VISIT…

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC AMERICAN

В мире науки

№02 2009

ПОДКЛЮЧИТЕ СВОЙ МОЗГ

Насколько далеко может зайти взаимодействие человека и компьютера

ДИАЛОГИКА
Молекулярные квантовые полимеры

ПОРЯДОК ИЗ ХАОСА
Как природа нарушает второй закон термодинамики

ЗОНТИК ДЛЯ ЗЕМЛИ
Защита планеты от Солнца как мера борьбы с глобальным потеплением

ВИЧ 35 ЛЕТ СПУСТЯ
Возможно ли излечение?

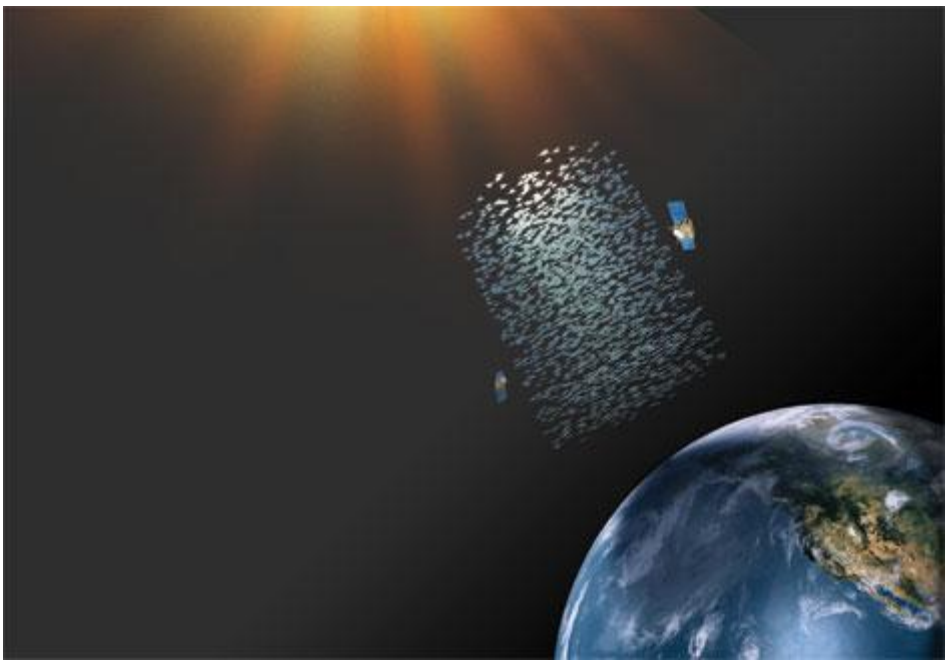
www.sciam.ru

ЗОНТИК ДЛЯ ЗЕМЛИ

Роберт Кунциг

Некоторые климатологи готовы рассмотреть проект защиты планеты от солнечных лучей. Однако и он не решит проблему глобального потепления

Ф изикэнергетик Дэвид Кейт (David W. Keith) читает курс по геопроектированию в Университете Калгари (провинция Альберта). Во время своих лекций он любит повторять, что, осознав проблему глобального потепления, люди все чаще задумываются о том, как изменить климат, чтобы противостоять неблагоприятной тенденции. Еще в 1965 г. группа специалистов по окружающей среде обратилась к президенту Линдону Джонсону (Lyndon B. Johnson) с предостережением, что выделение углекислого газа при сжигании ископаемого топлива может вызвать пагубные изменения климата. Но тогда они даже не упоминали о возможности сокращения выбросов CO_2. Напротив, они обсуждали план распыления мельчайших частиц с отражательной способностью над океаном на площади около 13 млн кв. км, чтобы примерно 1% солнечной энергии возвратился в космос. Кейт считает, что такой геопроект был обречен на неудачу.



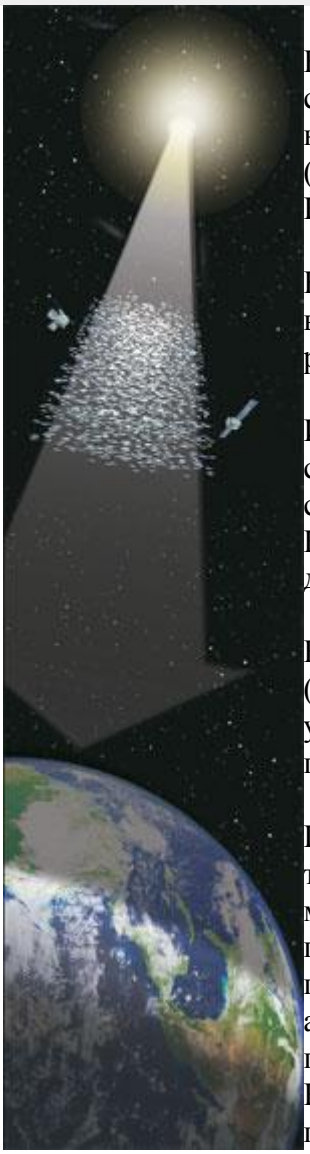
Противосолнечная завеса в виде облака из «зонтиков» в космическом пространстве может замедлить глобальное потепление

С тех пор на протяжении десятилетий появилась масса различных идей геопроектирования, которые зачастую доходили до крайности и не учитывали первопричины глобального потепления. Три важных обстоятельства развития последних лет вернули их на главный путь.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Сегодня многие ученые поддерживают серьезные научные исследования в области геопроектирования, чтобы предпринять обдуманные шаги по пути замедления глобального потепления или обращения его вспять.
- Среди разнообразия геопроектов самым быстродействующим средством считается создание тени, защищающей Землю от Солнца. Однако у всех проекты данного направления есть недостатки: в них не удалось избегнуть побочных, часто непредсказуемых последствий.
- Закачивание сернистого ангидрида в стратосферу, подобно тому, как это происходит при извержении вулканов, — наиболее отработанный способ блокирования солнечных лучей. В других проектах рассматривается подсвечивание облаков над океаном посредством поднятия и распыления частиц морской

соли в атмосфере, вследствие чего в космическом пространстве образуется солнцезащитный экран.



Вопервых, выбросы CO_2 растут сегодня быстрее, чем это было определено худшим сценарием 2007 г., разработанным Межправительственной комиссией по климатическим изменениям. «Все надежды на уголь», — утверждает Кен Кальдейра (Ken Caldeira), климатолог, специалист по моделированию из Научного института Карнеги в Стэнфорде, штат Калифорния.

Вовторых, ускоряется процесс таяния полярных ледников, и это наводит на мысль, что, возможно, климат гораздо ближе к критическому состоянию, чем это предполагалось ранее.

И втретьих, выдающийся голландский химик Пауль Крутцен (Paul J. Crutzen), специалист по атмосферным явлениям, в 2006 г. в журнале Climate Change настаивал на серьезном рассмотрении геопроектирования. Еще в 1995 г. Крутцен получил Нобелевскую премию по химии за работу по разрушению атмосферного озона; думается, к его мнению стоит прислушаться.

В ноябре 2007 г. Дэвид Кейт и геофизик из Гарвардского университета Дэниел Шраг (Daniel P. Schrag) провели научный семинар в Кеймбридже, штат Массачусетс, с участием ведущих климатологов и ревностных сторонников геопроектов. В итоге геопроектирование возродилось.

Геопроекты разделились на две группы, в соответствии с которыми систему управления температурой Земли можно условно представить в виде двух ручек. Поворотом одной можно контролировать количество солнечного света, точнее, солнечной энергии, поступающей на Землю; поворотом другой — возврат тепла в космическое пространство, что зависит от содержания CO_2 в атмосфере. Проекты удаления CO_2 из атмосферы, например посредством обогащения океанов железом (врезка на стр. 32), позволяют приблизиться к цели, но для ее достижения потребовались бы десятилетия. Напротив, сооружение солнцезащитной завесы могло бы, в сущности, сразу остановить глобальное потепление, пусть только на время ее действия. Вследствие этого некоторые ученые считают, что идея создания противосолнечной завесы приемлема в экстренном случае. «Если Гренландский ледниковый щит завтра начнет рушиться, а вы — президент США, что вы тогда сделаете? — спрашивает Шраг. — У вас не остается выбора»...

НЕЙРОНАУКА

КАК ПОДКЛЮЧИТЬСЯ К МОЗГУ

Гэри Стикс

Насколько далеко может продвинуться наука в разработке интерфейсов мозг-машина? Сможем ли мы вводить какую-либо информацию прямо в мозг, как если бы этот орган был гигантским флэш-диском?

В киберпанковской научной фантастике, появившейся в 1980-х гг., привычно фигурируют «нейроимпланты», позволяющие подключать компьютерные устройства непосредственно к мозгу: «У меня в голове

хранились сотни мегабайт», — заявляет главный герой рассказа Уильяма Гибсона «Джонни Мнемоник». Главным в этом тогда еще молодом жанре (а в то время мегабайт казался огромным объемом памяти) было сравнение устаревшей ретрокультуры с технологией, которая, как казалось в 1980-х гг., не слишком далеко выходила за пределы возможностей искусного биомедицинского инженера. Несмотря на то что изготовить такие импланты до сих пор не удалось никому ни в Массачусетсском, ни в Калифорнийском технологических институтах, лучшие авторы киберпанка создавали иллюзию, что эти изобретения когда-нибудь будут совершены на самом деле и, возможно, даже при жизни самих читателей.

За последние десять лет в реальности появились достаточно убедительные провозвестники технологий, придуманных в киберпанковской литературе. Сегодня человек с электродами, имплантированными в мозг, может с помощью одних лишь нервных импульсов управлять искусственной рукой, что дает надежду парализованным людям. Ученые также исследуют возможность посылать электрические сигналы в обратном направлении, обеспечивая обезьяне возможность ощущать, как управляемая ею рука робота дотрагивается до предметов.

Но насколько далеко мы сможем зайти в создании запасных частей для мозга и остальной нервной системы? Сможет ли когда-нибудь эта технология не только позволить управлять курсором компьютера или протезом руки, но и превратить 100 млрд нейронов мозга в хранилище шпионских сведений или во что-нибудь еще из арсенала произведений Гибсона?

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Футуристы и писатели-фантасты рассуждают о том времени, когда мозг сольется с компьютером.
- В настоящее время существует технология, использующая сигналы мозга для управления курсором компьютера или протезом руки. Однако сейчас нельзя предсказать, до какой степени удастся усовершенствовать интерфейс мозг-машина.
- Можно попытаться представить себе, как будет происходить ввод текста и другой сложной информации в мозг. Однако для преодоления технических трудностей, препятствующих выполнению этой задачи, потребуется фундаментальный прогресс в понимании функционирования мозга.

Превратится ли человек в машину?

Сегодня голливудские сценаристы и футуристы, не столь осведомленные наследники киберпанковской традиции, вновь обращаются к подобным нейротехнологиям. Фильм «Сингулярность рядом» (The Singularity Is Near), выход которого на экраны намечен в 2009 г., основан на идеях специалиста по теории вычислительных машин Рэя Курцвайля (Ray Kurzweil), заявившего, что люди в конце концов достигнут бессмертия благодаря переносу цифрового образа их мозга в компьютер или в робота.

Однако идея о вечной жизни в виде виртуального персонажа, обитающего в телевизоре, как в сериале «Макс Хэдрум» (Max Headroom), или же о переносе личности в новейшего человекоподобного робота в наши дни остается не намного ближе к реальности, чем в XVII в., когда Рене Декарт размышлял о дуалистическом разделении души и тела. Полноценный перенос личности, равно как и компьютерная имитация, например, восторга от игры красок восхода солнца, переменчивой эмоциональной палитры человека и всей остальной смеси того, что в совокупности дает совершенно субъективное ощущение мира и составляет сущность нашей сознательной жизни, остаются не более чем выдумкой писателей-фантастов.

Нейроимпланты — символы научной фантастики и футуристической литературы — уже создаются в лабораториях. Однако более продвинутое применение этой технологии (например, такое как ввод текста прямо в мозг) все еще остается литературной выдумкой

Правда, за шумихой вокруг протезов, управляемых силой мысли, скрывается недостаток знаний о функционировании нервной системы, которые необходимы для передачи информации в мозг, позволяющей воссоздать киберпанковскую виртуальную реальность. «Мы знаем слишком мало о нервных сетях, обеспечивающих высшие когнитивные функции», — говорит Ричард Андерсен (Richard A. Andersen), нейробиолог из Калифорнийского технологического института.

А если подходить реалистично, то чего можно достигнуть при взаимодействии мозга и машины? Означают ли первые успехи экспериментов по управлению механическими манипуляторами и курсором компьютера с помощью ЭЭГ, что к нам неизбежно и неотвратимо приближается если не курцвайлевская сингулярность, то хотя бы возможность вводить какую-либо когнитивную информацию высокого уровня прямо в мозг? Сможем ли мы загружать в свою голову «Войну и мир» — или же, как в «Матрице», руководство по управлению вертолетом? А как насчет того, чтобы записать какие-либо слова в память человека так, чтобы он этого не заметил? Или передать туда хотя бы одно слово?

Эти вопросы представляют не только академический интерес. Даже если канал связи с корой мозга навсегда останется выдумкой фантастов, то понимание того, как фотоны, звуковые волны, молекулы запахов, давление на кожу превращаются в устойчивые воспоминания, — это уже не только развлечение для киберпанков. Нервные протезы, построенные на основе таких знаний, помогут больным после инсульта и пациентам с болезнью Альцгеймера обрести новую жизнь.

Примитивные устройства для прямого подключения к мозгу уже установлены в головы тысяч человек. При тяжелом нарушении слуха вживляют кохлеарные импланты, которые стимулируют слуховой нерв преобразованными звуками, воспринятыми с помощью микрофона. Нейробиолог Майкл Газзанига (Michael S. Gazzaniga) из Калифорнийского университета в Санта-Барбаре охарактеризовал такое устройство как первый реально действующий нейропротез для человека. Матрицы электродов, играющие роль сетчатки, в настоящее время проходят испытание в лабораториях. Если они будут работать, то на их основе можно будет создать устройства, дающие возможностью людям видеть в темноте.

Более амбициозные цели, наподобие подсоединения Интернета прямо к гиппокампу (нервной структуре, участвующей в формировании памяти), требуют еще не изобретенных технологий. Для этого надо понять, как образуются устойчивые связи между нейронами и внешним миром, и найти способы перевода цифровой версии «Войны и мира» на язык взаимодействия нейронов друг с другом. А подсказки следует искать в работах по созданию интерфейсов мозг-машина.

Ваш мозг и текст

Для того чтобы предавать текст прямо в мозг, следует прежде всего решить, нужно ли вводить электроды в мозговую ткань: ведь если это необходимо, то нейроимпланты не будут иметь практической ценности ни для кого, кроме инвалидов. Однако уже на протяжении почти целого столетия известно, что электрическую активность мозга можно выявить, не делая отверстий в черепе. Приспособление, похожее на купальную шапочку и утыканное электродами, может передавать сигналы от парализованного больного, позволяя ему печатать буквы или путешествовать по Интернету. Нильс Бирбаумер (Niels Birbaumer) из Тюбингенского университета в Германии, ведущий разработчик данной технологии, утверждает, что магнитная стимуляция мозга сквозь кости черепа в сочетании с электродной шапочкой для регистрации возникающей активации

позволит выяснить локализацию в мозге отдельных слов. Если иметь такую карту, то можно прицельно стимулировать эти точки и формировать соответствующую память, по крайней мере теоретически.

Некоторые нейротехнологи полагают, что если конкретные слова размещаются в определенных точках мозга (что само по себе спорно), то их обнаружение, вероятно, потребует лучшего пространственного разрешения, чем то, которого можно добиться с помощью энцефалографической шапочки с электродами. Один из проводящихся в настоящее время экспериментов с вживляемыми имплантами, возможно, сможет достичь требуемой точности. Филип Кеннеди (Philip R. Kennedy) из компании Neural Signals со своими коллегами разработал устройство, которое регистрирует активность множества нейронов. Оно позволяет больным, перенесшим инсульт, одной лишь силой мысли посылать сигнал, интерпретируемый компьтером как, скажем, гласная, которую затем можно озвучить с помощью синтезатора речи — а это шаг к формированию целых слов. Такой тип интерфейса мозг-машина можно будет также использовать для стимуляции отдельных нейронов.

Еще более точные устройства должны содержать нановолокна диаметром в 100 нм или менее, которые можно подвести к отдельным нервным клеткам. Цзюнь Ли (Jun Li) из Университета штата Канзас со своими коллегами создали приспособление, напоминающее щетку. Роль щетины выполняют нановолоконные электроды, которые стимулируют нейроны или регистрируют идущие от них сигналы. Ли полагает, что это устройство поможет людям, страдающим от болезни Паркинсона или депрессии, позволит управлять протезом руки или даже вызывать сокращения мышц астронавтов во время длительных космических полетов для недопущения атрофии мышц при нулевой гравитации.

Как изучить язык

Реализация фантазии о загрузке в голову учебника по высшей математике (или даже разговорника по французскому языку перед отпуском) потребует гораздо более глубокого понимания мозговых сигналов, кодирующих язык и другие высшие когнитивные явления.

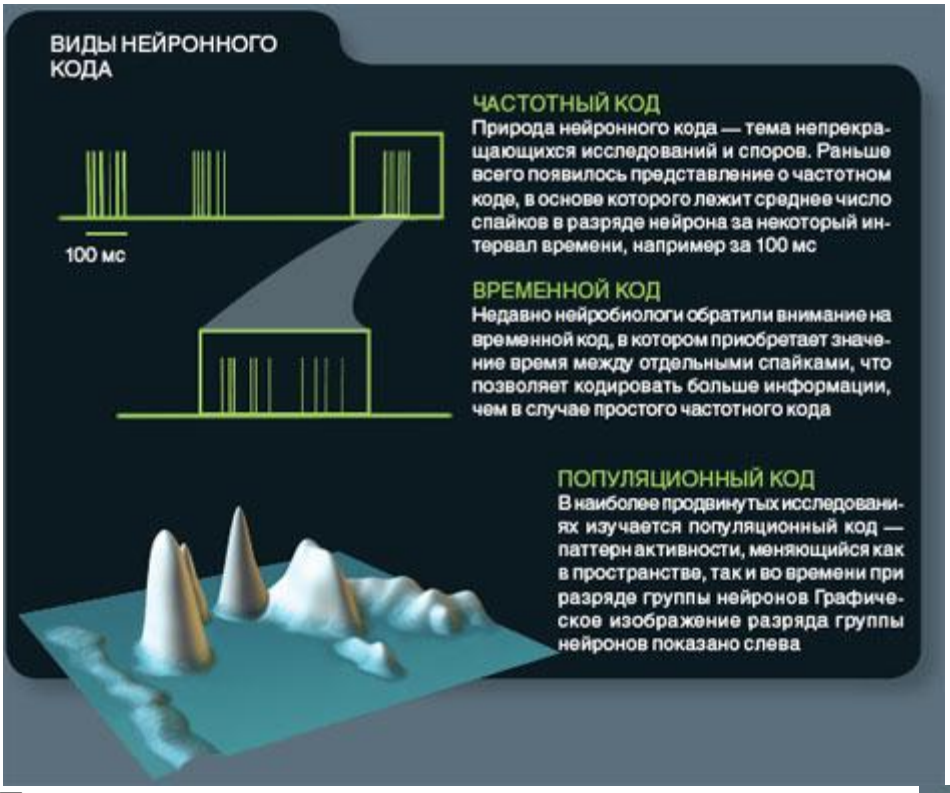
Раскрытие нервного кода — один из главных вызовов нейронауке, а если перефразировать Фрейда, то это царская дорога к пониманию сознания. Теоретики выдвинули множество различных идей для объяснения того, как миллиарды нейронов передают сообщения через триллионы связывающих их синапсов. Согласно самой старой из них, код состоит из частоты разряда электрических импульсов, генерируемых нейронами.

Парализованный человек, прикованный к креслу, может перемещаться по виртуальной улице с помощью электрических волн мозга, регистрируемых электродной шапочкой

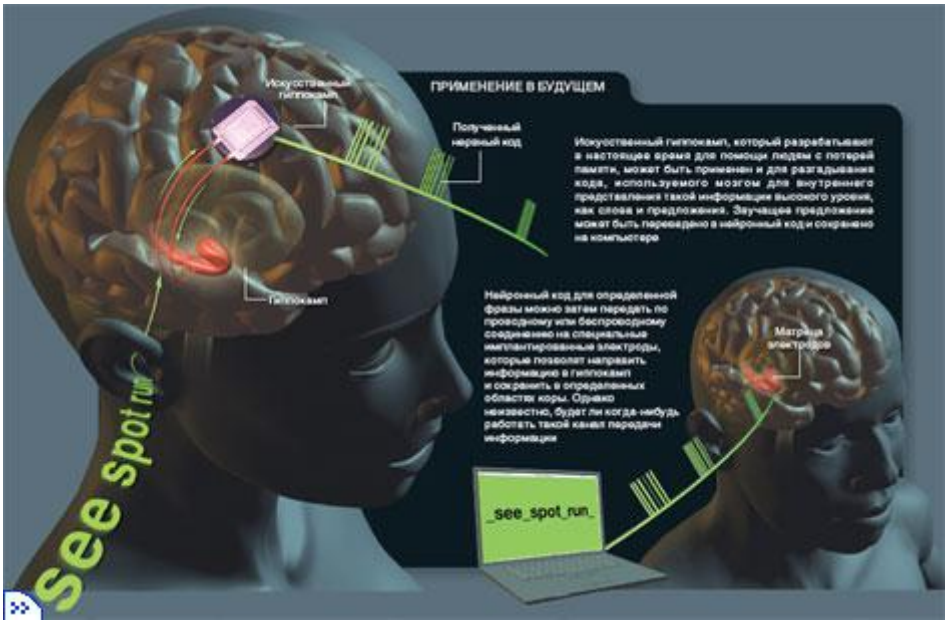
Несмотря на то что частотный код может годиться для восприятия некоторых стимулов, его недостаточно для загрузки в мозг произведений Марселя Пруста или Ричарда Фейнмана, а также для создания мысленного экрана, на котором бы отображалось печенье «Мадлен» из романа «По направлению к Свану» или концептуальная абстракция из учебника по дифференциальному исчислению. В более современных работах внимание уделяется точному измерению временных интервалов между всеми спайками (временной код) или же непрерывно меняющимся паттернам совместного разряда групп нейронов (популяционный код) (см. врезку).

КАК ЗАГРУЗИТЬ ТЕКСТ В НЕЙРОНЫ

Для того чтобы понять механизм загрузки «Войны и мира» или какой-либо другой информации высокого уровня прямо в мозг, нужно обратиться к самым продвинутым исследованиям в нейробиологии. Ученые изучают способы подсоединения компьютеров и протезов непосредственно к мозгу и стремятся понять нейронный код мозга — как он преобразует входящие сигналы в поведение, например в движение рукой или в речь. Удастся ли преодолеть препятствия на пути к созданию устройств, вводящих информацию прямо в мозг, пока совершенно не известно



Попытки создать искусственный гиппокамп для людей с потерей памяти позволят несколько приблизить возможность такой загрузки в мозг. Эта работа должна помочь исследователям понять сам процесс кодирования. Сотрудничество между Университетом Южной Калифорнии и Уэйк-Форестским университетом направлено как раз на создание такой замены для нервной структуры, ответственной за формирование памяти. Гиппокамп, расположенный глубоко внутри височной доли, повреждается при инсульте и при болезни Альцгеймера. Электронное устройство, работающее вместо гиппокампа, могло бы восстановить у человека способность запоминать новую информацию. Данный проект, финансируемый Национальным научным фондом США и Управлением перспективного планирования оборонных научно-исследовательских работ (DARPA), может продвинуться даже дальше и обеспечить усиление нормальной памяти человека или же помочь разобраться с нервным кодированием когнитивных функций высокого уровня.



Две группы ученых, возглавляемые Теодором Бергером (Theodore W. Berger) в Университете Южной Калифорнии и Самуэлем Дедвайлером (Samuel Deadwyler) в Уэйк-Форестском университете, готовят к печати статью, демонстрирующую способность искусственного гиппокампа вместо настоящего выполнять работу по консолидации памяти крысы, которую обучали нажимать на рычаг ради получения капли воды. В норме гиппокамп посылает сигналы, которые передаются в кортикальные области, ответственные за хранение долговременной памяти. В данном эксперименте гиппокамп крысы временно отключали с помощью химического вещества. Когда животное нажимало на правильный рычаг, электрический сигнал от сенсорной и других областей коры направлялся на электронную схему, которая, как заявляют исследователи, посылала обратно в кору точно такие же сигналы, которые в данном случае генерировал бы и сам гиппокамп. Демонстрация того, что искусственное устройство имитировало гиппокампальный выходной сигнал, означала бы важный шаг к расшифровке нервного кода, который мог бы быть использован для записи памяти в моторную кору; возможно, это позволило бы когда-нибудь разгадать и те коды, которые лежат в основе сложного поведения.

Если бы удалось разобраться с тем, как кодируется предложение или целый технический документ, то в теории появилась бы возможность передавать их в гиппокамп (или в кору) по электродам, и сцена из «Матрицы», когда инструкция по управлению вертолетом была загружена в мозг с помощью сотового телефона, стала бы реальностью. «Американское министерство обороны предпочитает более прозаический пример — руководство по управлению истребителем F-15», — говорит Бергер.

Кажущаяся простота модели передачи сигналов в исследованиях, подобных упомянутому выше созданию искусственного гиппокампа, рождает больше вопросов, чем ответов. Не будет ли такой имплант стирать уже имеющуюся у человека память? Будет ли код для определенного предложения одинаковым для меня, для вас и, скажем, для человека, говорящего на курдском языке? Сможет ли введенный код легко объединиться с другими сетями, обеспечивающими соответствующий контекст, семантическую структуру предложения? Не произойдет ли ошибочная интерпретация этих же слов в каком-то другом значении?

Некоторые нейробиологи полагают, что язык мозга не удастся разгадать до тех пор, пока мы не придумаем что-нибудь совершеннее, чем регистрация нейронных спайков. «Эксперименты с регистрацией множества сигналов и следующими за ней попытками разобраться, что эти сигналы означают и как они коррелируют с конкретными видами поведения, не решат данной проблемы», — замечает Генри Маркрам (Henry Markram), директор отдела нейронаук и технологий в Швейцарском федеральном технологическом институте в Лозанне. Каждый входной сигнал, поступающий на нейрон или их группу, рождает некоторое определенное следствие, например превращение сенсорных сигналов в долговременную память в гиппокампе, действуя по множеству разных путей. «А раз существуют различные пути, значит, мы еще очень далеки от их понимания», — говорит он.

Проект Blue Brain Project, возглавляемый Маркрамом, представляет собой стартовавшую в 2005 г. попытку имитировать с помощью суперкомпьютера работу мозга на молекулярном и клеточном уровнях. Для начала

предусматривается создание модели более простого мозга крысы, и лишь после этого — человека. К решению второй задачи можно будет приступить лишь после появления вычислительных систем, мощность которых будет в 1 тыс. раз выше, чем у существующих на сегодняшний день суперкомпьютеров. «Я думаю, что произойдет концептуальный прорыв», — говорит Маркрам.

Трудность, заключающаяся в незнании механизмов передачи информации в мозг, накладывает ограничение на то, насколько далеко сможет продвинуться нейротехнология. Задача формирования множества связей, составляющих память, разительно отличается от намагничивания группы битов на жестком диске. «Сложная информация такого типа, как содержание книги, потребует взаимодействия большого количества клеток мозга в масштабных областях нервной системы, — замечает нейробиолог Джон Донахью (John P. Donoghue) из Университета Брауна. — Следовательно, вы не сможете адресоваться к каждой из них, заставляя хранить необходимую информацию. В пределах современных знаний это совершенно невозможно».

Так что запись информации прямо в мозг может остаться лишь мечтой, затерявшейся где-то в киберпространстве. Однако это не лишает Донахью оптимизма в отношении других способов передачи информации и создания управляемых протезов. Он — лидер в исследованиях по имплантации матриц из множества электродов в мозг, что позволяет осуществлять прямое управление протезом руки и даже инвалидным креслом.

Донахью предсказывает, что через пять лет интерфейсы мозг-машина позволят парализованному больному поднять чашку и попить из нее, а в более удаленном будущем такие системы, возможно, улучшатся настолько, что человек с поражением верхней части спинного мозга сможет совершать немыслимое, например играть в баскетбол, воплощая в реальность события из телесериала 1970-х гг. «Человек на шесть миллионов долларов» (The Six Million Dollar Man). Даже без канала передачи информации в мозг инвалиды и исследователи пожнут богатые плоды этого более простого подхода. Герт Пфуртшеллер (Gert Pfurtscheller) из Технологического университета Граца в Австрии сообщил в прошлом году о том, что пациент с травмой спинного мозга мог с помощью одной лишь силы мысли путешествовать по виртуальной улице. Мигель Николедис (Miguel A. L. Nicolelis) из Университета Дьюка, еще один первопроходец в области интерфейса мозг-машина, начал изучать то, как у обезьян, соединенных с искусственным устройством, которым управляет мозг, развивается кинестетическое самоосознание, чувство движения и прикосновения, полностью отделенное от сенсорного входа их биологического тела. «Есть некоторые физиологические свидетельства того, что во время эксперимента они ощущают себя более тесно связанными с роботом, чем со своим собственным телом», — говорит ученый.

Самое важное следствие таких исследований может состоять отнюдь не в создании нейроимплантов или механических рук. Понимание процессов, происходящих в центральной нервной системе, возможно, позволит усовершенствовать методики обучения детей и лучше определять, в какой момент применять ту или иную педагогическую технику. Если это так, то исследования нейроимплантов и компьютерных моделей мозга дадут более важные практические результаты, чем мечты об использовании мозга в качестве флэш-диска, позаимствованные из научно-фантастической литературы XX в.

Перевод: Б.В. Чернышев

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Toward Replacement Parts for the Brain: Implantable Biomimetic Electronics as Neural Prostheses. Edited by Theodore W. Berger and Dennis L. Glanzman. MIT Press, 2005.
- The Forgotten Era of Brain Chips. John Horgan in Scientific American, Vol. 293, No. 4, pages 66–73; October 2005.
- The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. Ray Kurzweil. Penguin Books, 2007.

Физика

ДЛИННАЯ РУКА ВТОРОГО ЗАКОНА

Мигель Руби

Словно вопреки второму закону термодинамики, порядок в природе нередко возникает из хаоса. Новая теоретическая концепция разрешает этот парадокс

Наука принесла человечеству много разочарований. Она ограничила возможности наших технологий, доказав, в частности, что скорость света недостижима, не смогла защитить нас от рака и других болезней и поставила перед лицом таких печальныхфактов, как, например, глобальное потепление. Но все вышеперечисленное меркнет перед вторым законом термодинамики, который гласит, что наша Вселенная становится все более беспорядочной, и с этим ничего нельзя сделать. Сама жизнь вносит вклад в неумолимое вырождение мира. Как бы мы ни совершенствовали наши машины, нам не удастся уберечь их от износа и энергетических потерь. Второй закон термодинамики не только разбивает мечту о вечном двигателе, но и предрекает Вселенной тепловую смерть: растратив со временем всю свою энергию, она погрузится в состояние вечного покоя.

По иронии судьбы термодинамика зародилась в середине XIX в., в эпоху технического оптимизма, когда паровые машины изменяли наш мир, а известные физики Рудольф Клаузиус, Николя Сади Карно, Джеймс Джоуль и лорд Кельвин разрабатывали теорию энергии и тепла, чтобы объяснить, как работает паровой двигатель и чем ограничивается его коэффициент полезного действия. Из чисто прикладной науки термодинамика выросла в одну из важнейших отраслей физики и техники. Как общая теория коллективных свойств сложных систем она описывает не только паровые машины, но и колонии бактерий, и устройство компьютерной памяти, и даже черные дыры в космосе. По сути, все такие системы ведут себя одинаково и деградируют в соответствии со вторым законом термодинамики.

Однако, несмотря на практический успех, второй закон термодинамики нередко кажется парадоксальным. Утверждение, что любая система неуклонно деградирует, опровергается многочисленными примерами, поскольку в природе наблюдаются не только разупорядочение и упадок, но также самоорганизация и рост. Кроме того, первоначальный вывод данного закона имеет серьезные теоретические недостатки. Во всяком случае, его не следует применять столь широко, как это практикуется.

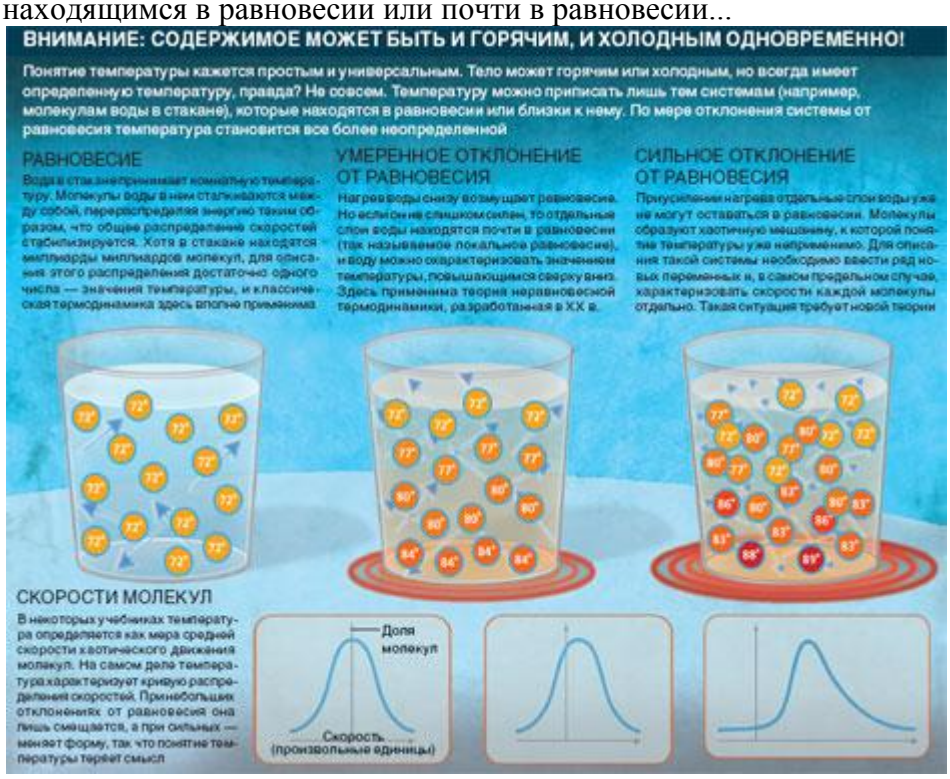
Многие ученые, внесшие свой вклад в создание термодинамики, осознавали существующие недостатки и пытались создать более полную теорию. В XX в. над ней работали Ларс Онсагер (Lars Onsager), Илья Пригожин, Сибрен де Гроот (Sybren de Groot), Питер Мазур (Peter Mazur) и другие, но даже их более сложный подход имел ограничения в применении. Лишь недавно нам удалось укрепить основы термодинамики и

расширить сферу ее применимости. Мы не только подтвердили, что второй закон универсален, но также выяснили, что он не столь мрачен, как о нем думают.

Вне равновесия

Термодинамика — одна из самых трудных для понимания областей физики. И обыватели, и ученые часто используют понятия температуры, давления и энергии, не задумываясь об их точном смысле. Но те, кто проник в глубины теории, четко осознают необходимость осторожного подхода. Ахиллесова пята термодинамики в том, что она, строго говоря, применима только к системам, находящимся в состоянии равновесия, когда масса, энергия и конфигурация системы перестали изменяться. Если поместить рядом два тела с разными температурами, тепло потечет от более нагретого тела к более холодному. Этот поток прекратится только тогда, когда температуры обоих тел сравняются, и тела окажутся в состоянии теплового равновесия. После этого изменения прекратятся.

Рассмотрим пример с кубиком льда в стакане воды. Лед в воде тает, и вся вода в стакане принимает однородную, более низкую температуру. Рассматривая процесс на молекулярном уровне, мы обнаружим беспорядочное движение молекул, постоянно сталкивающихся друг с другом. Когда вода находится в состоянии равновесия, молекулы движутся так, что статистически система пребывает в покое: если одни молекулы ускоряются, то другие замедляются, и общее распределение скоростей остается неизменным. Это распределение описывает температура, само понятие которой имеет смысл только применительно к системам, находящимся в равновесии или почти в равновесии...



Инновации

НЕВЕРОЯТНО КОМПАКТНЫЙ ЯМР-СКАНЕР

Бернхард Блюмих

При помощи портативного ЯМР-сканера исследователи смогут изучать химический состав и структуру различных объектов — от мумий до автомобильных шин

Возможно, вы или кто-то из ваших знакомых уже подвергались исследованию методом ЯМР-томографии. Находясь внутри тесной магнитной «баранки» томографа, занимающего целую комнату, человек, особенно если он подвержен клаустрофобии, может испытать стресс, но диагностическая ценность получаемых высококонтрастных изображений мягких тканей различных внутренних органов восполняет этот недостаток. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) имеет огромные преимущества, поскольку позволяет ученым определять химический состав материалов, структуру белков и других важных биологических молекул, не вторгаясь в объект.

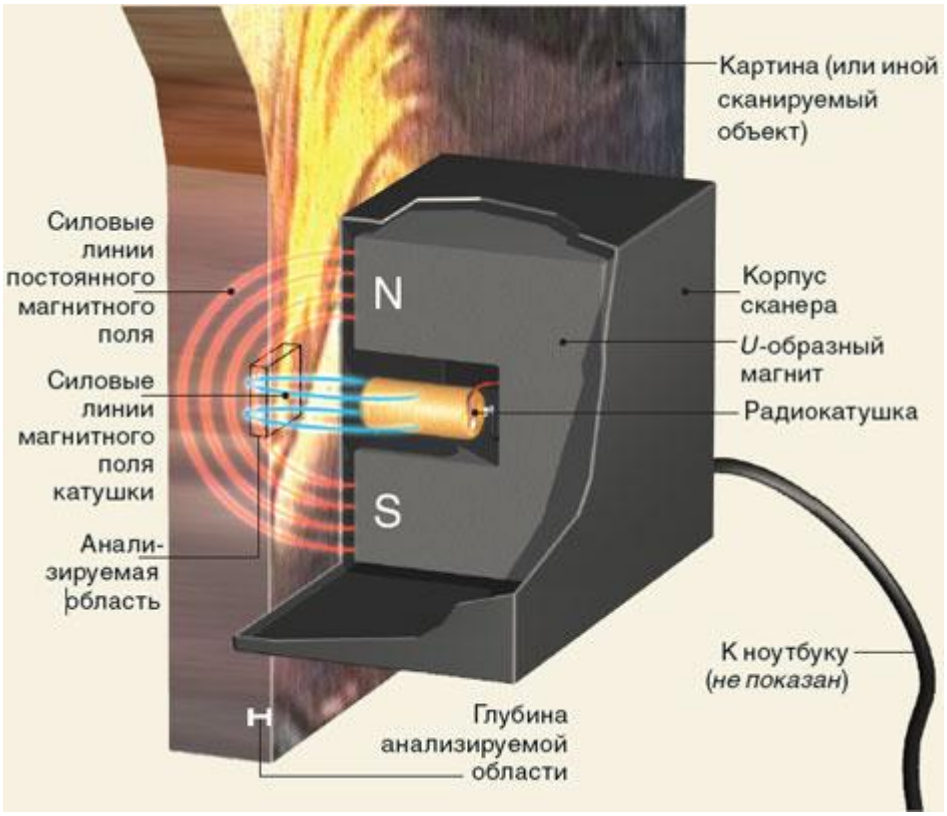
ИССЛЕДОВАНИЕ КАРТИНЫ при помощи портативного анализатора материалов NMR-MOUSE (ЯМР-мыши) позволяет Элеоноре дель Федерико (Eleonora Del Federico) из Института Пратта различить слои лакировки, красок, грунтовки и холста и определить степень сохранности полотна

Врачи и исследователи давно уже мечтают о портативных приборах, которые можно было бы использовать не только в лаборатории. Например, о ЯМР-сканере в виде шлема, при помощи которого можно было бы обнаружить сгустки крови в мозге пациента с черепно-мозговой травмой еще во время транспортировки в больницу в карете скорой помощи. Искусствоведам необходим ручной ЯМР-спектроскоп, посредством которого можно будет определять химический состав красителей, что позволит выявлять подделки.

Универсальный «трикордер» из знаменитого телевизионного сериала «Звездный путь» (Star Trek) пока остается делом далекого будущего, но первые робкие шаги к созданию портативного ЯМР-сканера мой бывший докторант Петер Блюмлер (Peter Blumler) и я сделали еще в 1993 г., когда работали в Институте полимеров имени Макса Планка в Майнце. Нам удалось создать небольшой прибор для испытания материалов, позволивший исследователям совершить несколько открытий в данной области. С того времени не только наши первоначальные разработки, но и другие подходы получили дальнейшее развитие в зарождающейся области «мобильного ЯМР», объединив широкий круг близких технологий, позволяющих совмещать все более мощные аналитические и отображающие средства.

Простейший ЯМР

Пятнадцать лет назад, когда мы с Блюмлером впервые полушутя обсуждали перспективы создания простейшей работающей установки для получения ЯМР-сигнала, сама идея представлялась забавной. Большинство исследователей двигалось в противоположном направлении, усложняя протоколы ЯМР-измерений, чтобы иметь возможность различать все более тонкие детали структуры объектов и веществ. Но наши первые усилия по созданию ЯМР-методов исследования полимерных материалов показали, что для успешного формирования изображений дорогие и громоздкие магниты и создаваемые ими гомогенные поля нужны не всегда.



Мы увидели, что более слабые и менее однородные, негомогенные поля дешевых постоянных магнитов (всего в 20–50 раз сильнее тех, что украшают наши холодильники) позволяют получать данные, дающие возможность различить в мягких материалах области с различными свойствами. Блюмлер вскоре разработал устройство, способное извлекать основную информацию, содержащуюся в одном пикселе традиционного ЯМР-изображения. Мы считали, что при сканировании объектов больших размеров сможем перемещать это устройство подобно компьютерной мыши, и поэтому назвали его NMR-MOUSE (ЯМР-мышь), сократив фразу Nuclear Magnetic Resonance Mobile Universal Surface Explorer (мобильный универсальный ЯМР-анализатор поверхностей).

Более всего нас привлекала потенциальная возможность уменьшения прибора, что позволило бы с легкостью перемещать его по любой поверхности. Это делало возможным изучение структуры сколь угодно больших предметов в отличие от традиционных ЯМР-установок, позволяющих изучать лишь те объекты, которые могут поместиться внутри «окна» тороидального магнита.

Несмотря на эти преимущества, сильная неоднородность поля ЯМР-мыши создавала определенные препятствия на пути наших исследований. Согласно научным воззрениям того времени, она не давала возможности проводить химический анализ материалов...

УМЕЛЫЕ РУКИ-КРЮКИ

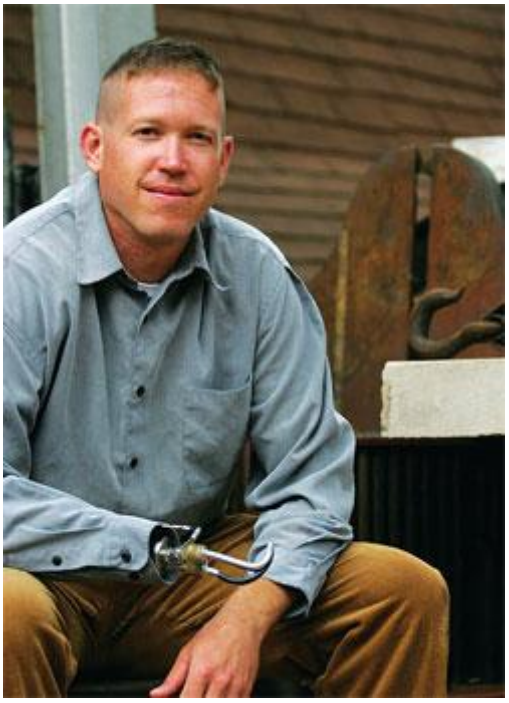
Сэм Бойкин

Сообщество инженеров, конструкторов и изобретателей сотрудничает в Сети с целью создания усовершенствованных протезов рук

П еред тем как резервиста ВМФ США Джонатана Кьюнихолма (Jonathan Kuniholm) отправили на войну в Ирак, он и три его друга организовали НИОКР-компанию TackleDesign. Все четверо работали в классе организации производства Университета Южной Каролины. Полные юношеского энтузиазма, они надеялись, что их молодая компания сможет выжить, занимаясь проектами, которые не только приносили бы деньги, но были бы интересны и полезны. Они сотрудничали с изобретателями, изготавливая опытные образцы пластмассовых замков, предотвращающих развязывание обувных шнурков, или блесны со встроенным светодиодом, а также с инженерами-медиками из своего университета, которые разрабатывали инструменты для малоинвазивных хирургических операций, выполняемых роботами.

Однако не успела компания начать взлет, как Кьюнихолма мобилизовали. Через несколько месяцев, 1 января 2005 г., группа из 35 моряков была отправлена к плотине Хадита на Евфрате северо-западнее Багдада на поиски повстанцев, обстрелявших катер Swift, патрулировавший район плотины несколькими часами ранее. Когда моряки приблизились к предполагаемому месту нахождения повстанцев, сработало самодельное взрывное устройство, спрятанное в банке из-под оливкового масла. Разлетелись осколки, и Кьюнихолм был сбит с ног. Придя в себя, он обнаружил, что его винтовка разбита, а правая рука чуть ниже локтя почти оторвана. Попавшему в эпицентр перестрелки бойцу удалось отползти из опасного места. Его товарищи вызвали воздушный эвакуатор, и вскоре в госпитале вблизи Багдада хирурги ампутировали Кьюнихолму руку до локтя.

Когда Кьюнихолм вернулся в Северную Каролину, в Медицинском центре Университета Дьюка ему сделали ряд операций. Подлечившись, он отправился в Медицинский центр Уолтера Рида армии США в Вашингтоне, где ему сделали два разных протеза для кисти и предплечья. Один был обычным устройством с раздвижным крюком, приводившимся в действие через сбрую и тросики от плеча или лопатки (врезка на стр. 54). Второй представлял собой более современное «миоэлектрическое» устройство, воспринимающее нервные сигналы, создаваемые малейшими напряжениями мышц, и преобразующее их в движения. Сокращение мышцы плеча заставляет клещи протеза руки сжиматься, а ее расслабление — раскрываться.



Джонатан Кьюнихолм, инженер и кандидат на докторскую степень по биомедицинской технике в Университете Дьюка, создал организацию Open Prosthetics Project для совершенствования конструкций протезов рук. Он исходит из собственного опыта: на войне в Ираке он потерял часть правой руки

Эти два протеза от Уолтера Рида были последним словом техники того времени. Но, вернувшись в Северную Каролину, и Кьюнихолм, и его партнеры по TackleDesign были поражены отсутствием новых разработок в деле конструирования протезов рук. Уверенные, что могут изменить положение вещей, Кьюнихолм и его партнеры создали центр обмена информацией — сетевой консорциум «Открытый проект по протезированию» (Open Prosthetics Project, OPP), целью которого стала поддержка полезных идей и предоставление конструкций в свободный доступ. Это начинание должно было принести пользу инвалидам во всем мире.

Застой в инновациях

Группы, подобные OPP, могут привлечь к себе внимание общественности из-за больших человеческих потерь вследствие войн в Ираке и Афганистане. Благодаря успехам экстренной медицинской помощи и медицины катастроф, а также использованию таких защитных средств, как кевларовые бронежилеты, процент гибели раненых стал гораздо ниже. Это хорошая новость. Плохая же заключается в том, что многие из них возвращаются домой с серьезными увечьями.

Тем не менее в абсолютных цифрах общее число людей с ампутированными руками невелико, поэтому улучшить ситуацию на рынке протезов по-прежнему трудно. Проанализировав состояние данной отрасли, Кьюнихолм с партнерами поняли, что причина отсутствия инноваций — недостаточность финансовых стимулов. По данным Американской коалиции ампутированных, около 1,7 млн американцев потеряли конечности из-за болезней или травм. Обычно это люди старше 50 лет, потерявшие ногу из-за диабета или иной болезни. В протезах верхних конечностей нуждаются приблизительно 100 тыс. человек (около 6% общего числа ампутированных). Раненых ветеранов еще меньше. К концу 2007 г. ампутации подверглись около 700 ветеранов иракской и афганской войн, из них руку (или обе руки) потеряли около 150 человек.

При столь малом объеме рынка и, следовательно, малой доходности компаниям невыгодно вкладывать средства в исследовательские работы и конструирование протезов рук. «Новыми разработками в этой области обычно занимаются увлеченные пользователи, мастерящие что-то в своих гаражах» — говорит Кьюнихолм...

Крюк Траутмана, изобретенный в 1925 г., прочен, прост и недорог, поэтому большинство людей, потерявших руки, предпочитают именно его. Когда в 1990-х гг. Paul Trautman Company, производившая такие протезы, прекратила работу, владельцы устройств продолжали ими пользоваться и ремонтировать. Компания Tackle Design воспроизвела конструкцию и занялась усилением узлов, которые, по словам пользователей, чаще всего выходят из строя...

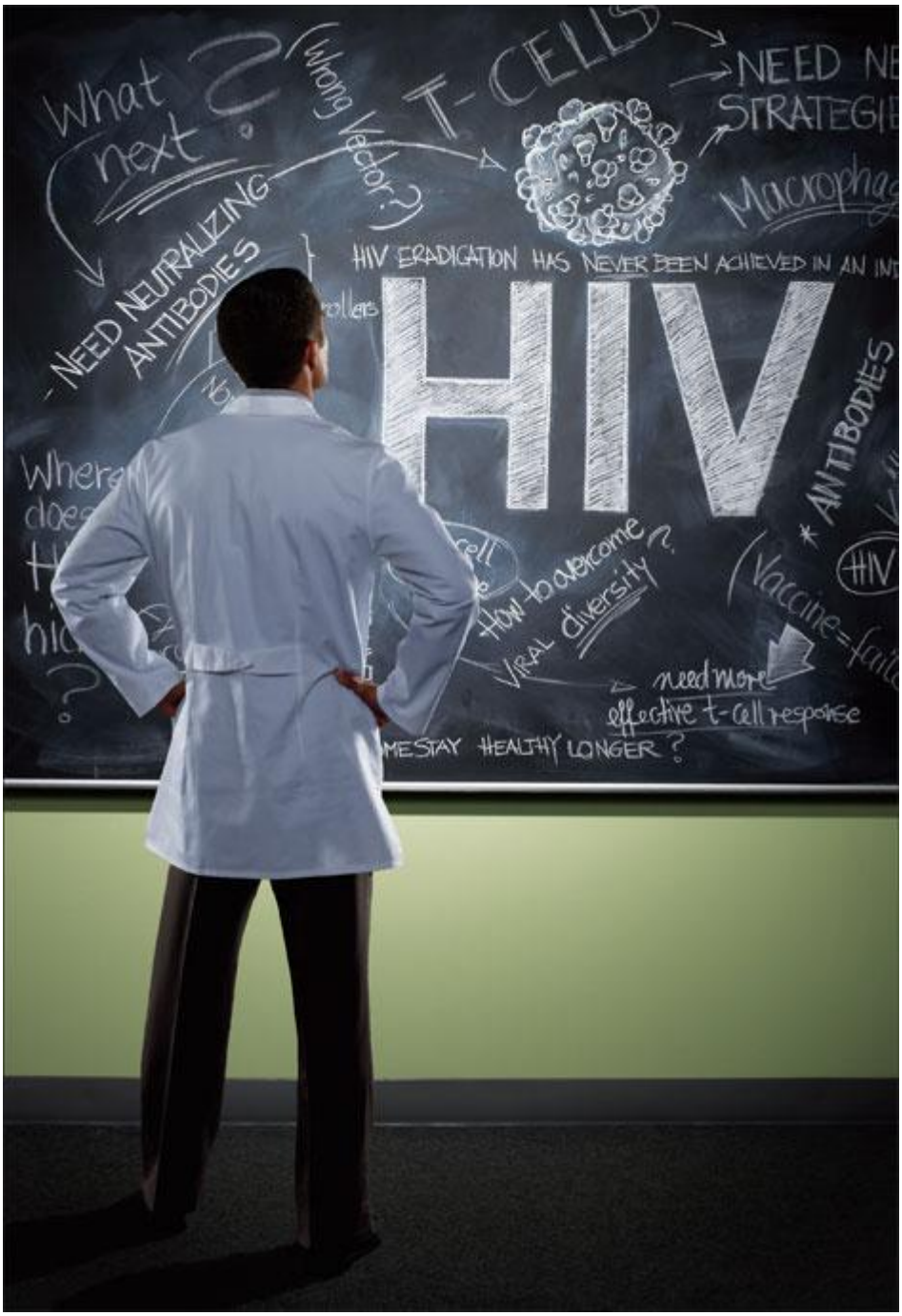
СПИД: 25 ЛЕТ СПУСТЯ

Дэвид Уоткинс

Первые случаи заболевания, названного впоследствии синдромом приобретенного иммунодефицита (СПИД), были зарегистрированы летом 1981 г. среди молодых людей-гомосексуалистов в Калифорнии и Нью-Йорке, а его возбудитель — вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) — изолировали только в 1983 г. С этим открытием появилась надежда, что теперь не составит труда разработать вакцину против СПИДа. В 1996 г. удалось подобрать схему лечения, при которой болезнь, казалось, отступает и концентрация ВИЧ в крови инфицированного уменьшается до нерегистрируемого уровня. И вновь, как и после открытия вируса, в научном сообществе возникло воодушевление. Крупнейший специалист по изучению ВИЧ Дэвид Хо (David D. Ho) из Рокфеллеровского университета заявил, что своевременно начатое интенсивное лечение может избавить инфицированного от смертельно опасного недуга. Прошло более 10 лет, но так и не существует ни специальной вакцины, ни эффективной терапии. Все испытания многообещающих вакцин окончились ничем, а как только интенсивное лечение прекращали, вирус активизировался вновь.

Что же остается делать в такой ситуации? Есть ли какая-то надежда на создание вакцины? И что нужно предпринять, чтобы навсегда избавить ВИЧ-инфицированного от вируса-убийцы? За ответом редакция

Scientific American обратилась к двум ведущим специалистам в области СПИДа. Их откровенные, глубоко профессиональные суждения — перед вами.



ВАКЦИНА ПРОТИВ СПИДА: СТОИТ ЛИ ПРОДОЛЖАТЬ ПОИСКИ?

Многочисленные неудачные попытки создания вакцины против СПИДа заставили исследователей обратиться к истокам

В скоре после идентификации вируса — возбудителя СПИДа Маргарет Хеклер (Margaret Heckler), министр здравоохранения и социальных служб США, заявила, что это открытие поможет разработать вакцину против СПИДа. «Мы надеемся, что клинические испытания вакцины начнутся примерно через два года», — с гордостью сообщила она в 1984 г.

Власти и обычные граждане встретили такое заявление с энтузиазмом, но большая часть научного сообщества вовсе не была столь оптимистична. С тех пор прошло 25 лет, а эффективная вакцина так и не получена. Год назад были прерваны масштабные клинические испытания очередной «вакцины», созданной фирмой Merck, поскольку стала очевидна ее неэффективность. Летом прошлого года так и не начались запланированные испытания нового препарата: разработчики пришли к выводу, что результаты будут ничем не лучше предыдущих.

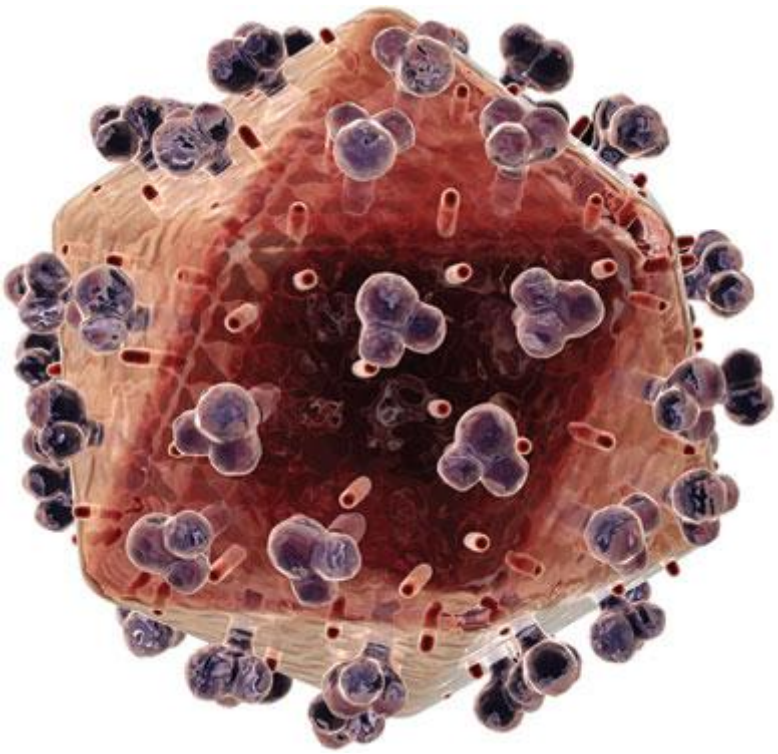
Каков же вывод? Понятно, что если ни один из классических методов создания вакцин не привел к успеху, нужно искать новые подходы или детально исследовать сам вирус, с тем чтобы выяснить причину его неуязвимости. Это означает возвращение к истокам, однако отсюда вовсе не следует, что все проделанное за 25 лет ничему нас не научило. Напротив, с каждой новой неудачей обнаруживались какие-то необычные свойства вируса, обеспечивающие его жизнестойкость, и мы что-то меняли в своих действиях. Пройденные уроки приносят плоды: появляются новые идеи, для их проверки исследователи объединяют усилия, а не работают поодиночке, как это было раньше...

ИЗЛЕЧИМ ЛИ СПИД?

Марио Стивенсон

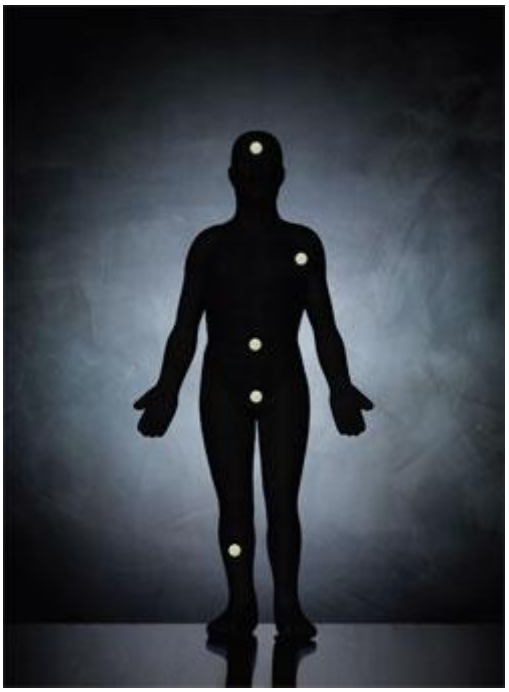
Устранить вирус из организма ВИЧ-инфицированного невозможно без очистки от него всех «убежищ», в которых он укрывается в хронической фазе заболевания. Это очень трудная, но, будем надеяться, разрешимая задача

В отличие от поисков вакцины, способной предотвращать заражение вирусом СПИДа или хотя бы контролировать ход патологического процесса, поиски лекарственных препаратов против данного заболевания можно считать вполне успешными. К настоящему времени одобрено к применению более 25 лекарственных средств, умело комбинируя которые, можно подавить репликацию вируса, благодаря чему удается снизить его концентрацию в крови до уровня, не подающегося регистрации стандартными методами. Такие сильнодействующие терапевтические «коктейли», получившие название HAART (highly active antiretroviral therapy), позволили продлить жизнь огромному числу ВИЧ-инфицированных. Но, к глубокому сожалению, полностью излечивать больных СПИДом медицина так и не научилась. Стоит только прекратить прием лекарств, как вирус тут же начинает безудержно размножаться.



Как он умудряется выживать в окружении столь грозных противников — один из основных вопросов, волнующих сегодня клиницистов и исследователей. Последние 10 лет они пытаются найти ответ на него. Мы надеемся, что в конце концов станет ясно, можно ли окончательно избавить ВИЧ-инфицированных от вируса-убийцы.

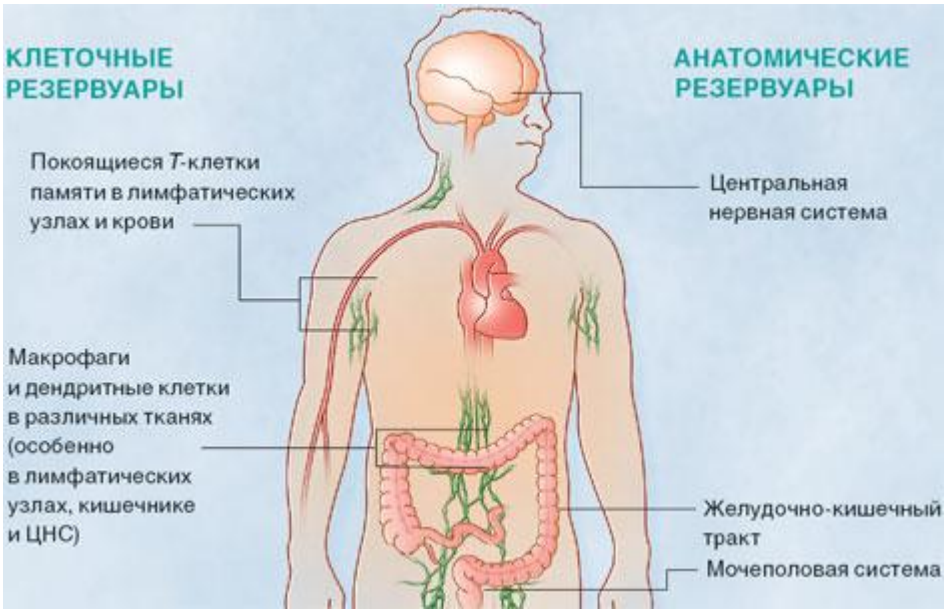
Для того чтобы выяснить, где именно попавший в организм вирус находит убежище (резервуар последующей инфекции) в условиях мощной атаки на него и как его оттуда «выманить», необходимо знать все детали его поведения в обычной ситуации. Как всякий вирус, ВИЧ может размножаться только внутри клеток организма-хозяина, мобилизуя их аппарат для репликации своего генома и синтеза белков. В результате самосборки генетического материала и белков оболочки образуются новые вирусные частицы (вирионы), которые заражают другие клетки. Однако в отличие от большинства вирусов человека, ВИЧ встраивает свой геном в геном клетки-хозяина. И всякий раз, когда происходит репликация последнего, реплицируются и вирусные гены. Они передаются дочерним клеткам, и в результате существуют все то время, пока живут исходная клетка и ее потомки.



В ожидании: даже после интенсивной химиотерапии, снижающей титр ВИЧ в крови до нерегистрируемого уровня, вирус остается в организме (эти места отмечены кружочками) и ждет своего часа

Обычно иммунная система человека устраняет вирус, уничтожая инфицированные клетки. Она легко распознает их по фрагментам вирусных белков (антигенов), экспонированных на наружной мембране. Однако ВИЧ отличается тем, что он атакует клетки самой иммунной системы, и у той не остается ни времени, ни ресурсов на разворачивание полноценного ответа. Какое-то время организм все-таки сопротивляется инфекции, вырабатывая новые компоненты иммунной системы, способные распознать вирус. Но в конце концов ВИЧ берет верх, и тогда начинается заболевание.

Современные «коктейли» из лекарственных препаратов против СПИДа помогают иммунной системе — они подавляют репликацию вируса и сдерживают его распространение в организме. В принципе такие меры должны были бы обеспечить работоспособность здоровой части иммунной системы и в итоге искоренить вирус. Почему же этого не происходит?



ВИЧ не только «дремлет» в Т-клетках памяти, но и размножается (правда, с низкой скоростью) в других компонентах иммунной системы — макрофагах и дендритных клетках, часть которых, по-видимому, выживает при иммунной атаке и действии лекарственных средств. Кроме того, ВИЧ-инфицированные клетки находят убежище в некоторых анатомических структурах тела. Вирусные частицы в клеточных и

анатомических резервуарах не попадают в кровоток во время интенсивной химиотерапии, но как только лечение прекращается, выходят из своих укрытий...

НАНОТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ: УСПЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

По материалам беседы с Всеволодом Ткачуком

Врачи научились вводить действующий ген взамен поврежденного внутрь живой клетки, а также наблюдать метаболизм различных веществ в режиме реального времени. Об этом нашему корреспонденту рассказывает академик РАН и РАМН, декан факультета фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова, доктор биологических наук, профессор Всеволод Арсеньевич Ткачук

В последнее время нанотехнологии все активнее внедряются во многие сферы человеческой деятельности. Эта тенденция не обошла и медицину. Сегодня макромолекулы и искусственно приготовленные частицы применяются для диагностики, лечения различных заболеваний и восстановления поврежденных тканей. Новое направление получило название наномедицина. Немалых успехов в этой области достигли отечественные ученые.

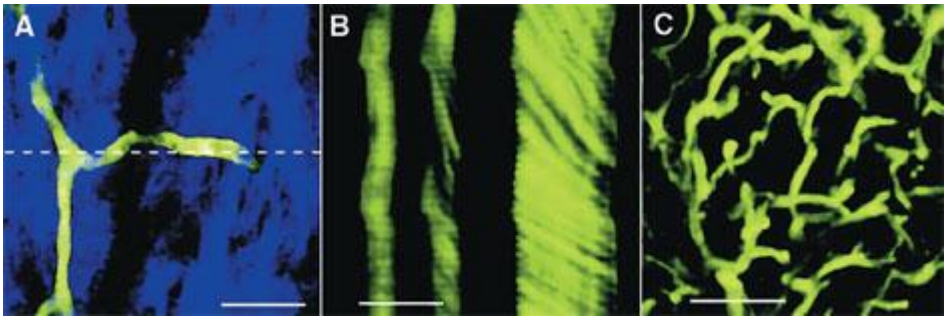
Медикам область нано знакома давно. Многие изучаемые ими биологические объекты меньше микрометра. Например, пептиды имеют размер 1 нм, белки — от 10 до 100 нм. ДНК человеческой клетки в длину достигает 1,5 м, однако в «упакованном» состоянии ее поперечник составляет лишь 100 нм. Примерно такие размеры имеют антитела, вирусы, органеллы, а клетки и бактерии принадлежат уже микромиру. Для наглядности можно привести такое сравнение: если клетку увеличить до размеров озера, то белки, антитела, вирусы будут как мелкая рыба, плавающая в нем.

Магнитные наночастицы

Чтобы эффективно лечить заболевание, нужно уметь проводить его диагностику на самой ранней стадии. Для этих целей используются магнитные наночастицы, содержащие кристаллическое ядро из оксида железа. Подобная диагностика хороша тем, что в организме нет магнитных частиц, а присутствует железо, которое входит в состав гемоглобина и находится в виде отдельных ионов, практически не обладающих магнитными свойствами.

При введении в организм суспензии из магнитных наночастиц каждая из них, будучи инородным телом, захватывается макрофагом (специализированные защитные клетки, поглощающие бактерий и другие чужеродные вещества), который в результате становится «меченым». Поскольку переварить неорганическую частицу он не может, то продолжает двигаться вместе с ней дальше. Если где-то есть опухоль или протекает воспалительный процесс, макрофаги устремляются туда, чтобы бороться с инфекциями, вирусами, бактериями, и скапливаются там в течение определенного времени. Используя магнитно-резонансный томограф, можно легко обнаружить области повышенной концентрации магнитных наночастиц, и таким образом определить очаги воспаления на самой ранней стадии их возникновения.

визуализация микрососудов с помощью водорастворимых квантовых точек в коже мыши (глубина 100 мкм)



Квантовые точки

Рассмотрим небольшой кусочек полупроводника, в котором имеется одна «дырка», т.е. положительно заряженный ион. Если его размеры значительно больше микрона, то он ведет себя как обычный макрообъект. Находящийся в нем свободный электрон с небольшой энергией может соединиться с таким ионом за счет кулоновских сил, тем самым нейтрализуя его. При уменьшении кристаллика полупроводника до размеров порядка 100 нм или меньше происходит качественное изменение его физических свойств благодаря появлению квантовых эффектов. Электрон обладает волновыми свойствами, и поэтому он не может локализоваться в объеме пространства меньшем, чем длина его волны — для этого ему не хватит энергии. В результате получается нанообъект, получивший название «квантовой точки». Электрон, обладающий небольшой энергией, не может ни улететь от дырки, ни упасть на нее. Получается своеобразная потенциальная ямка, обладающая из-за малых размеров квантовыми свойствами, в которой электрон имеет определенный спектр энергетических уровней. Соответственно, вся эта система «дырка — электрон» также обладает определенным электромагнитным спектром и напоминает обычный атом, который также представляет собой потенциальную яму. Однако только свойства обычных атомов всегда остаются неизменными, а спектр излучения квантовой точки можно регулировать по своему усмотрению, меняя ее размеры. Неслучайно нобелевский лауреат Ж.И. Алферов назвал квантовые точки искусственными атомами, свойствами которых можно управлять.

Сегодня уже научились готовить «суспензию» из квантовых точек определенного размера, имеющих, например, зеленый или какой-нибудь другой удобный для проведения исследований цвет. Кроме того, химики могут «пришивать» к квантовым точкам такие молекулы, которые способны специфически связываться с нужными молекулами или частями небольших органических тел, находящихся внутри живого организма. При таком связывании размер и цвет точки изменяются. К квантовой точке можно «пришить» какое-нибудь антитело, которое затем свяжет белок, или вещество, могущее химически связываться с определенным фрагментом ДНК — геном. Биохимики научились прикреплять к наночастицам характерные молекулы-зонды, которые связываются с определенным куском ДНК, белком, сосудистой стенкой либо просто «болтаются» в крови или лимфе.

Все это используется, чтобы решить одну из основных проблем в диагностической медицине — проблему фона: обычно очень трудно отличить сигнал, идущий из исследуемого места в организме, от разнообразных шумов, генерируемых окружающими тканями. Здесь особая роль отведена использованию квантовых точек. Как оказалось, при обнаружении раковых клеток на самой ранней стадии заболевания сначала синтезируется молекула, которая связывается только со специфическим белком, вырабатываемым в патологической клетке. Затем эта молекула пришивается к квантовой точке, имеющей, например, красный цвет. Наблюдая за появлением этого цвета в организме, можно определить, где находится злокачественная опухоль с точностью до отдельных клеток. Во время экспериментов с мышами исследователи вводили в их хвост красные квантовые точки, связывающиеся с раковыми клетками щитовидной железы. В области этого органа происходило накопление точек, и регистрировался характерный красный цвет.

Суспензию из зеленых квантовых точек можно вводить и в сосуды. После того как они достаточно быстро и равномерно распределятся, через кожу будет видна разветвленная сеть кровотока в виде характерного изумрудного «кораллового деревца» (илл. слева). И если в каком-то месте поврежден маленький сосуд или капилляр, это будет заметно по небольшим разрывам в зеленой сетке сосудов. Такой сигнал совершенно отчетлив, и его ни с чем нельзя спутать, т.к. в тканях человеческого организма зеленого цвета нет.

НАНОМЕДИЦИНА

Применение макромолекул и наночастиц для диагностики и лечения болезней, а также репарации поврежденных тканей

Применение макромолекул и наночастиц для диагностики и лечения болезней, а также репарации поврежденных тканей

Весь геном человека в одной капле

Ученые уже расшифровали структуру генома человека, состоящего из 30 тыс. генов. Это примерно 3 млрд нуклеотидов, играющих роль своеобразных букв при записи наследственной информации. Также известно, в какой части гигантской «книги ДНК» записан каждый ген. Большинство болезней спровоцированы «сбоями», вызванными мутациями в генах, поэтому при медицинском обследовании важно знать, есть ли у пациента врожденная предрасположенность к каким-либо заболеваниям, вызванная наследственными «ошибками» в ДНК.

В настоящее время это делается с помощью микрочипов. На каждом квадратном миллиметре такого устройства нанесено примерно 100 квантовых точек, к каждой из которых пришит свой зонд, способный специфически связываться с определенным фрагментом ДНК и таким образом тестировать ее.

Общий принцип тестирования следующий. Допустим, нужно выяснить, нет ли у человека предрасположенности к болезни Альцгеймера или к сердечной недостаточности. Для этого у него берется анализ крови и определяется, присутствует ли там ген, мутации которого вызывают данный недуг. Затем в лабораторных условиях синтезируется небольшой фрагмент ДНК размером, например, в сто нуклеотидов. При этом только в данном гене из всех 30 тыс. имеющихся существует такая последовательность. Фрагмент пришивается к квантовой точке и помещается в определенную ячейку на чипе, другой специфичный фрагмент пришивается к другой квантовой точке и вводится в следующую ячейку и т.д.

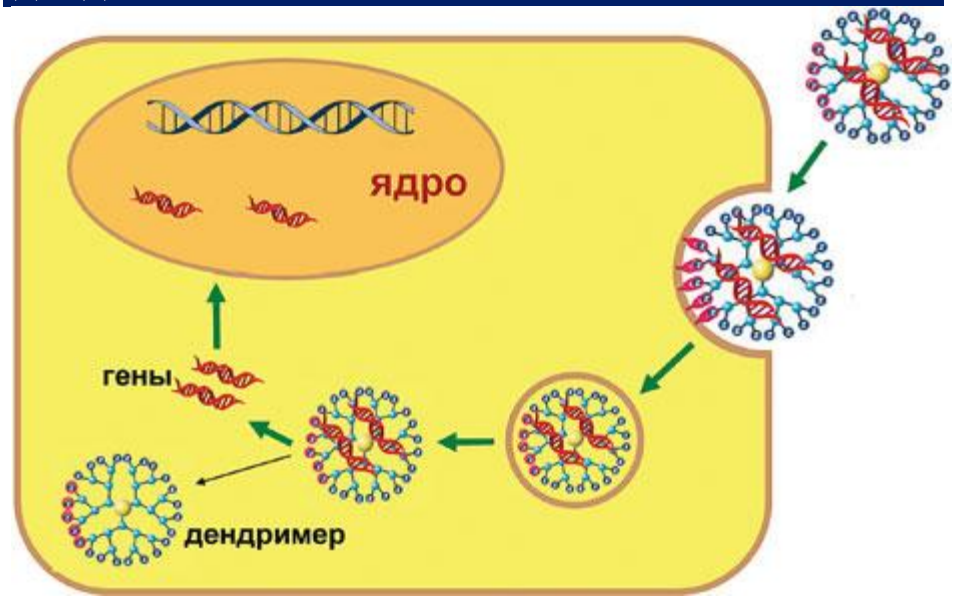
После того как на чип наносится капелька крови, происходит связывание пришитых к квантовым точкам зондов с определенными фрагментами ДНК. Далее с помощью компьютера, оснащенного микроскопом, «просматриваются» последовательно все ячейки. Если в каждой квантовой точке изменился цвет, значит, произошло связывание со всеми генами, которые тестирует данный микрочип, и у человека с ними все в порядке. Если же в какой-то ячейке цвет не изменился, значит, связывание там не произошло, и, следовательно, в соответствующем гене имеется «поломка», т.е. нарушение в последовательности нуклеотидов. После чего выясняется, в каком именно месте гена расположена поломка. Если она в том кусочке, который отвечает за болезнь Альцгеймера, то, значит, имеется предрасположенность к этому недугу.

Сейчас уже созданы микрочипы, в которых количество ячеек измеряется десятками тысяч, и в каждой — индикатор на определенный фрагмент человеческой ДНК. Они могут принадлежать одному гену или разным — в зависимости от поставленной задачи. Сегодня с помощью квантовых точек можно диагностировать не только наследственные заболевания, но также различные инфекции и т.д. Существует «специализация» чипов. Например, один сделан для всех сердечно-сосудистых заболеваний, второй — для эндокринных, третий — для онкологических. Чип с капелькой исследуемой крови кладут под микроскоп, специальная программа считывает все точки, информация обрабатывается на компьютере, и диагноз по данной болезни готов.

К сожалению, данная технология не позволяет провести полную генетическую диагностику человека. Наследственная информация, содержащаяся в ДНК, столь велика, что для этого потребуются миллионы

специализированных микрочипов. Но если освоить технологию изготовления наночипов с размером ячейки около 100 нанометров или даже еще меньше, то можно будет увеличить его информативность в миллионы раз. Наночиповая технология позволит при использовании всего одного квадратного сантиметра произвести диагностику человека по всем генам и мутациям. Достаточно одной капли крови — и можно узнать все о генетическом здоровье человека. Ожидается, что уже в ближайшие годы будет сконструирован наночип, на который можно нанести весь геном человека.

ДЕНДРИМЕРЫ КАК ПЕРЕНОСЧИКИ ГЕНОВ



Доставка генов строго по адресу

ДНК имеет спиралевидную структуру и состоит из двух связанных друг с другом комплементарных нитей, представляющих собой последовательность четырех нуклеотидов, расположение которых определяет структуру синтезируемого белка. И если есть подмена хотя бы одного из нуклеотидов, то в молекуле белка появится какая-то «чужая» аминокислота. Как результат, белок не сможет правильно упаковываться и будет плохо выполнять свои функции. Например, при таком врожденном заболевании, как серповидноклеточная анемия, белок гемоглобина из-за незначительного изменения в аминокислотной последовательности теряет способность принимать нужную форму и поэтому не может переносить кислород. Эта болезнь неизлечима, и человек погибает. Другие нарушения в работе белка, вызванные наследственными ошибками в ДНК, как правило, менее опасны, но, тем не менее, также могут приводить со временем к различным хроническим заболеваниям. И если раньше врачи пытались вылечить сам недуг, то теперь стараются устранить его причину — помочь организму правильно синтезировать нужный белок. Появилось даже новое направление в медицине — генотерапия. И многие болезни, вызванные сбоем в генах, как наследственным, так и приобретенным, сегодня вылечиваются.

Как показали исследования, только определенное количество генов участвует в работе клетки в зависимости от ее специализации. Если в каком-нибудь гене нарушена последовательность нуклеотидов, то синтезируемый на ее основе белок не может полноценно выполнять свои функции, что приводит к нарушению обмена веществ со всеми вытекающими отсюда последствиями.

В последнее время научились вводить в клетку человека полноценный ген взамен поврежденного, что создает возможность синтезировать «нужный» белок. Основная проблема — точная адресная доставка гена внутрь данной клетки. Для ее решения используется естественная способность клетки — так называемый эндоцитоз, т.е. захватывание наружной мембраной различных небольших частиц и органических молекул с последующим их перевариванием. Это свойство используют вирусы: они проникают внутрь клетки и заставляют ее работать на себя.

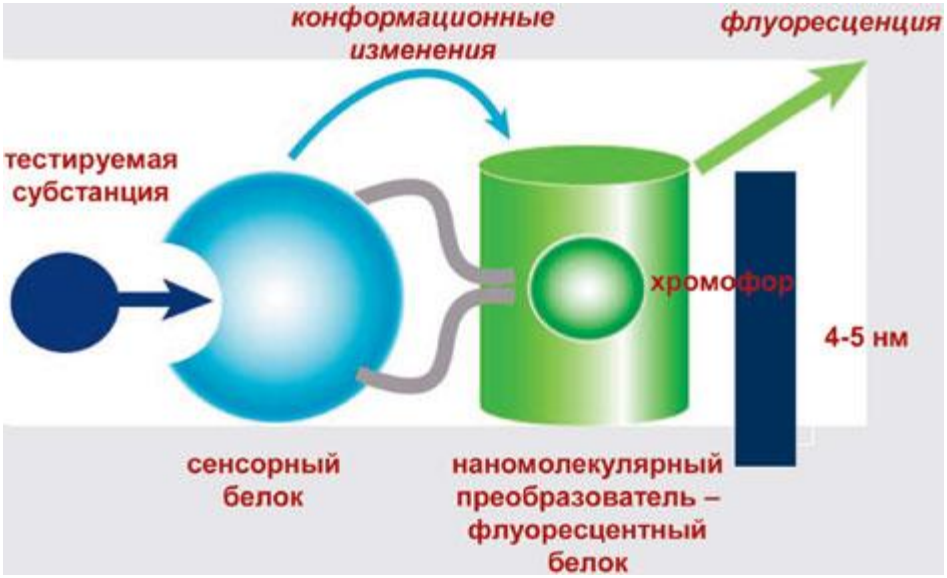
Вирус состоит из ДНК или РНК, окруженных белковой оболочкой, и самостоятельно размножаться не может. Такой паразит обладает определенной программой: попадая в живую клетку, он нарушает ее работу, заставляя копировать самого себя в тысячах и миллионах экземплярах. Размноженные таким способом вирусы покидают разрушенную клетку, чтобы найти себе новую жертву.

А что если использовать «стратегию» вирусов для внедрения в клетку нужного гена? Оказалось, такое возможно.

При лечении заболевания сначала выясняется, не вызвано ли оно генетическими ошибками. И если да, то определяется, какой именно ген работает со сбоями. Затем синтезируется требуемый фрагмент ДНК, который всегда представляет собой полианион, так как в нем положительно заряженные нуклеотидные основания соединены друг с другом и спрятаны внутри скрученной молекулы, а отрицательно заряженные фосфатные группы обращены наружу. Для нейтрализации внешнего электрического заряда к гену добавляется соответствующий поликатион. Под действием межатомных сил вся эта сложная структура сворачивается в наношарик. Сверху такой шарик покрывается другим полианионом. Это делается для того, чтобы клетка при соприкосновении с ним проглотила его, что она обычно делает с вирусом. Внутри клетки оболочка шарика разрушается под действием пищеварительных ферментов. Освободившийся ген проникает в ядро (илл. вверху), где и начинает работать — включает внутриклеточные механизмы синтеза белка на своей матрице. Внедренный таким способом ген успевает проработать около двух недель, затем клетка все же распознает чужака и уничтожает его.

Оказалось, что у больных тромбофлебитом и диабетом в ногах происходит разрушение мелких кровеносных сосудов, снабжение клеток кислородом нарушается, они отмирают, образуя так называемые трофические язвы. Традиционные методы лечения, как правило, не помогают, т.к. вводимые для восстановления сосудов белки могут «работать» внутри организма не более получаса и за это время ничего не успевают сделать. Боли при трофических язвах столь сильные, что приходится ампутировать ноги. Некоторым из таких пациентов, находящихся на последней, наиболее тяжелой стадии заболевания, периодически вводят путем инъекции гены, отвечающие за синтез недостающих белков. Уже через два месяца тончайшая сеть кровеносных сосудов заметно восстанавливается, и трофические язвы уменьшаются.

НАНОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ БИОСЕНСОРЫ — КЛЮЧ К ИССЛЕДОВАНИЮ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВЫХ СИСТЕМАХ НА МОЛЕКУЛЯРНОМ УРОВНЕ



Нанороботы и наномоторы

Наиболее перспективное направление будущих исследований в наномедицине — создание нанороботов, которые станут играть роль своеобразных нанодокторов. Двигаясь по всему организму внутри мельчайших сосудов и внутри клеток, они будут устранять различные неисправности и производить чистку сосудов. Одна из основных проблем при создании таких устройств — изготовление наномоторов, с помощью которых нанороботы смогут перемещаться внутри тканей и внутри отдельной клетки. Для достижения таких целей достаточно научиться использовать внутриклеточный «транспорт».

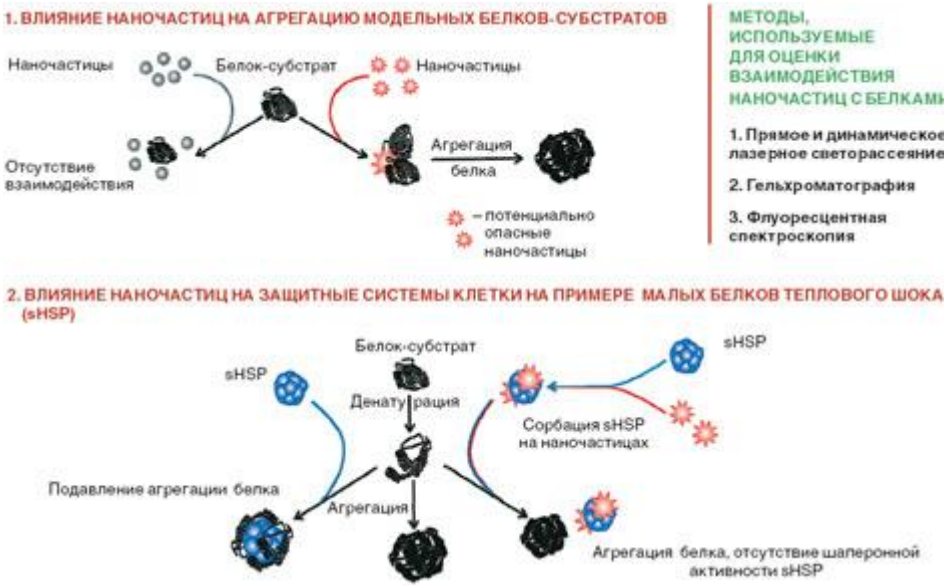
Каждую клетку можно сравнить с огромным мегаполисом, в котором множество заводов по производству белка и других органических соединений связаны друг с другом сложнейшей сетью дорог — актиновых (вид белка) нитей. Каждая молекула, оказавшись внутри клетки, в зависимости от своей структуры попадает на

определенную дорогу и движется строго по ней в определенное место. Поняв принцип работы внутриклеточных путей сообщения, можно использовать их для точной адресной доставки лекарств. Для этого достаточно выяснить, какой путь ведет в нужное место, а также типы молекул, движущихся по нему. Пришив наноконтейнер с лекарством к подобной молекуле, можно отправить ее по требуемому адресу. Причем такая доставка происходит за счет универсальной энергии АТФ, представляющей собой наиболее эффективное «топливо» с коэффициентом полезного действия равным 92%. В данной реакции энергия химической связи сразу превращается в механическую, минуя тепловую стадию. Такой природный мотор с высокой эффективностью работает во всех живых организмах без исключения.

Учеными МГУ, РАН и Кардиоцентра была разработана технология, когда белок миозина, обладающий естественной способностью двигаться по актиновым нитям, пришивается к наноконтейнеру с лекарством. В результате порция лекарства «ползет» по внутриклеточным рельсам в нужное место без каких либо затрат энергии.

Любые таблетки, капсулы, которые мы глотаем, помимо терапевтического действия оказывают также побочное влияние на весь организм. А использование наноконтейнеров, доставляющих препарат «куда надо», сведет это побочное воздействие практически к нулю.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БИОБЕЗОПАСНОСТИ НАНОЧАСТИЦ IN VITRO



Методы, используемые для оценки взаимодействия наночастиц с белками

- Прямое и динамическое лазерное светорассеяние
- Гельхроматография
- Флуоресцентная спектроскопия

Биосенсоры

В диагностике важно иметь возможность выделить интересующие нас в данный момент внутриклеточные процессы и следить за ними в реальном времени. Член-корреспондент РАН С.А. Лукьянов из Института биоорганической химии предложил оригинальное решение задачи.

Ученый разработал технологию, меняющую структуру гена так, что флуоресцирующая часть белка сохраняется, а другая приобретает способность определенным образом связываться с любым заранее выбранным внутриклеточным веществом (врезка слева). На первый взгляд, подобная технология открывает широкие возможности для определения пути любого соединения внутри живой клетки.

Следует отметить, что можно создать флуоресцирующий белок, связывающийся с кальцием. Причем при связывании иона флуоресценция белка будет возрастать. Далее ген с измененной структурой вводится, например, в зародышевую клетку мыши. Когда животное вырастет, изменение концентрации кальция в его клетках будет сопровождаться изменением интенсивности зеленого света в различных местах. Клеточный метаболизм химического элемента становится видимым во всех деталях. Можно следить, как при различных

болезнях изменяется концентрация ионов кальция в клетках, как лечение влияет на их восстановление и т.д. Аналогичным способом можно отслеживать метаболизм других веществ. Такой метод открывает широкие возможности для визуализации жизненно важных процессов и позволяет непосредственно проверять эффективность того или иного лечения.

В каждой клетке существует программа самоуничтожения, так называемый апоптоз, включаемая через определенный промежуток времени (см.: Королева А., Скулачев В., Скулачев М. Выбор между жизнью и смертью // ВМН, № 2, 2008). Такой чрезвычайно важный для понимания жизнедеятельности организма процесс еще до конца не ясен. Однако известно, что он сопровождается увеличением внутриклеточного содержания перекиси водорода. С.А. Лукьянов синтезировал ген, производящий флуоресцентный белок, который связывается с гидроперитом. Это дало возможность наблюдать весь процесс клеточного апоптоза в реальном времени. Можно также отслеживать путь вводимого в организм лекарства или любого другого вещества.

Не навреди!

Известно, что все полезное полезно лишь в определенных количествах, прием сверх меры, как правило, наносит вред. Еще Парацельс говорил, что все есть яд, и только правильная доза делает вещество безопасным. Соответственно, и наночастицы, несмотря на свои сверхмалые размеры, могут быть также опасны. В связи с этим разрабатываются процедуры их тестирования, аналогичные тем, что используются для обычных лекарств. Например, не исключено, что наночастицы способны вызывать агрегацию белков, а это впоследствии может привести к болезни Альцгеймера и т.п. Поэтому все нанопрепараты проходят доклиническое испытание (врезка вверху). Последовательно проверяется их влияние на морфологию, развитие и движение клеток, на обмен веществ и т.д. И только после этого для каждого конкретного случая подбираются оптимальные природа, размер и доза наночастиц.

Великое объединение

Сегодня биологические науки развиваются стремительно. Открытия в этих областях человеческой деятельности происходят чуть ли не каждый день. Специалисты изучают, как функционируют вирусы, бактерии, различные внутриклеточные структуры, и затем перенимают у них «опыт работы» для решения фундаментальных и прикладных задач. Физики и инженеры все глубже погружаются в микромир, осваивают новые нанотехнологии и уже умеют манипулировать отдельными молекулами. Можно ожидать, что в ближайшем будущем при исследовании внутриклеточных процессов произойдет объединение квантовой механики, молекулярной биологии, генной инженерии, биохимии, медицины и неорганической химии. В результате такого «великого объединения» наверняка произойдет качественный скачок в понимании того, что же такое жизнь, а медицина обогатится новыми методами для диагностики и лечения человека.

Беседовал Василий Янчилин

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Третьяков Ю.Д. Нанотехнологии. Азбука для всех. М.: Физматлит, 2008.
- Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология. М.: Мир, 2006.
- Рис Э., Стернберг М. Введение в молекулярную биологию. От клеток к атомам. М.: Мир, 2002.

- Физиология человека. Под ред. Г. Тевса и Р. Шмидта. М.: Мир, 2007.

февраль 2009 № 2 "В МИРЕ НАУКИ"

50, 100, 150 лет тому назад

ФЕВРАЛЬ 1959

СОВЕТСКИЕ ВУНДЕРКИНДЫ. Председатель Совета Министров Н.С. Хрущев часто обращался к советским педагогам с призывом крепить связи между школой и жизнью. Я.Б. Зельдович и А.Д. Сахаров написали большое письмо в газету «Правда», где изложили свои взгляды на воспитание будущих ученых уже в средней школе. Их главным тезисом было то, что дети с выдающимися математическими способностями проводят слишком много времени, изучая дисциплины общеобразовательного цикла, тогда как известно, что математики и физики-теоретики часто наиболее продуктивны в возрасте 20–25 лет. Выдающиеся ученые рекомендовали отбирать таких учащихся в 14–15 лет и заниматься с ними по особой программе с углубленным изучением математики, физики и химии и, возможно, с фактическим исключением из их образования гуманитарных предметов.

ГРОМКИЙ ЩЕЛЧОК. Люди научились создавать сверхзвуковые ударные волны за тысячелетия до того, как их ракеты и самолеты преодолели звуковой барьер. Судя по всему, столь громкий щелчок при ударе хлыстом слышен не из-за шлепка кожи о кожу, а потому, что его кончик достигает скорости звука. Это было обнаружено в процессе теоретического и экспериментального исследования динамических свойств хлыста из бычьей кожи, проведенного в Военно-морской научно-исследовательской лаборатории в Вашингтоне в сотрудничестве с группой цирковых укротителей. Фотосъемка в режиме 4 тыс. кадров в секунду показала, что кончик хлыста двигался со скоростью около 430 м/с, т.е. примерно на 25% быстрее, чем звук. На теневой фотографии четко видны ударные волны, расходящиеся от кончика хлыста.

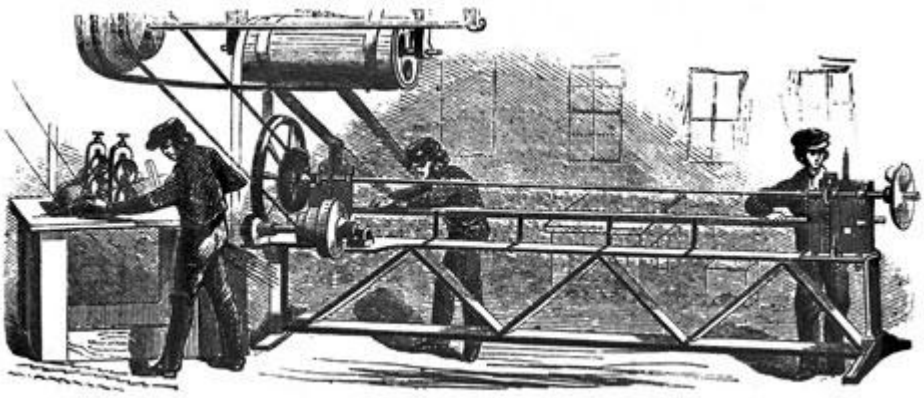
ФЕВРАЛЬ 1909

ОСЛЕПИТЕЛЬНАЯ ФЛОТИЛИЯ. Принимая во внимание тот шквал острой критики, которым было встречено предложение послать флотилию из 16 боевых кораблей в путешествие от Атлантического побережья до берегов Тихого океана, будучи впервые вынесенным на суд общественности, необходимо отметить, что возвращение этой флотилии в порт Хэмптон после почти 80 тыс. км кругосветного плавания (причем все корабли были в отличном состоянии) — лучшее воздаяние мудрости и проницательности, с которой было задумано это путешествие. Зрелище впечатляющего строя первоклассных военных кораблей, заходящих в идеальном порядке и точно в назначенное время в порты семи морей, существенно усилило авторитет наших военно-морских сил во всем мире. И если кто-то из американцев полагал, что быстро растущие мощь и благосостояние нашего государства воспринимаются в мире с подозрением, недоверием или даже с открытой неприязнью, то, безусловно, та открытая сердечность, с которой было воспринято в мире это выражение нашей силы, бесследно прогонит подобные мысли из их голов.

ВОЗДУШНЫЙ ШАР АСМАНА. В наше время подъем метеорологических резиновых шаров Асмана на высоту 20 тыс. м — обычное дело. Однако открытие доктора Рихарха Асмана (Richard Assman), директора Королевской Прусской воздухоплавательной обсерватории, — это самое значительное улучшение нового метода изучения атмосферы. Вместо использовавшихся ранее больших шаров, порой содержавших 500 куб. м газа, Асман предложил запускать гораздо меньшие, сделанные из листового каучука и заполненные водородом, которые поднимались до тех пор, пока не взрывались вследствие внутреннего давления газа. Общий вес 1,5-метрового баллона, записывающих устройств, корзины и хлопкового парашюта составил около 2,450 кг.

ФЕВРАЛЬ 1859

ЖЕЛЕЗНЫЙ ВЕК. Сравнительно молодое американское искусство породило весьма оригинальное производство вещей из железа, таких как перила, ограды, домашняя утварь и т.д. Уже давно было известно, что кованое железо крепче и в то же время податливее, чем любой другой материал, используемый в подобного рода промыслах; кроме того, будучи защищенным посредством окрашивания, оно не подвергается разрушительному атмосферному воздействию. Однако вопрос об обработке заготовок для создания изобилия форм, столь же приятных глазу, сколь полезных и прочных, даже не ставился вследствие слишком высокой стоимости ручной работы. Гениальной идеей стало сокращение использования кованого железа в практических целях. В результате появились предприятия наподобие Нью-Йоркской проволочной мануфактуры (на илл.)



ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ и железные изделия: Нью-Йоркская проволочная мануфактура, 1859 г.

БЕСПОЛЕЗНАЯ ТРАВКА? Доктор Бокер (Bocker) из Бонна, что на Рейне, известный своими экспериментами, связанными с усвоением организмом человека различных видов пищи, обнаружил, что сассапарель не имеет никаких чудесных очистительных свойств, обычно ей приписываемых, и что, соответственно, она представляет собой совершенно бесполезное и при этом дорогостоящее лекарство. Впрочем, это открытие — не что иное, как подтверждение мнения, высказанного ранее в нашем журнале.

ИСПЫТАНИЕ СЛУЧАЙНОСТЬЮ

Барбара Джункоза

Случайные факторы представляют более серьезную угрозу для исчезающих видов, чем ожидалось

Ученые оценивают риски исчезновения биологических видов при помощи моделей охраны природы, в которых учитываются различные факторы, влияющие на сокращение популяций, такие как утрата мест обитания, охота, чрезмерный вылов рыбы, а также вероятность случайных происшествий, которые могли бы оказать неблагоприятное воздействие на данную группу особей. По словам Брета Мельбурна (Brett Melbourne), эколога-математика из Колорадского университета в Боулдере, даже если какой-либо вид находится в сфере действия человека, то «для всех популяций, находящихся на грани полного исчезновения, угрозу представляют случайности, такие как, например, пожар, который способен уничтожить последнюю особь».

Факторы случайности: При изучении хрущака мучного было выявлено, что такие переменные, как численное соотношение полов и размер тела, оказывают значительное влияние на опасность исчезновения вида

До недавнего времени в математических моделях рисков исчезновения видов учитывались только два вида случайностей: во-первых, вероятные изменения окружающей среды, т.е. количество осадков или скачки температуры, влияющие на смертность и рождаемость во всей популяции, во-вторых, случайные события, жертвами которых оказываются отдельные особи внутри группы. Детеныши из одной семьи могут с одинаковой вероятностью не выжить в один год, но только один может утонуть или погибнуть вследствие иного несчастного случая.

Лабораторные наблюдения за хрущаком мучным, проведенные Мельбурном и Аланом Хастингсом (Alan Hastings), экологом-математиком из Калифорнийского университета в Дэвисе, показали, что случайные переменные характеристики, такие как численное соотношение полов и физические данные (размер тела), в итоге существенно повышают вероятность вымирания. Например, преобладание мужских особей в небольшой группе ограничивает репродуктивную способность всей популяции.

Сокращение численности делает популяцию более зависимой от случайностей, ускоряющих процесс ее исчезновения. По мнению Брета Мельбурна, добавление новых факторов позволяет говорить о том, что даже большие популяции могут оказаться на грани вымирания. А Стюарт Пимм (Stuart Pimm), эколог, специалист по охране природы из Университета Дьюка, подчеркивает, что при помощи моделирования невозможно вычислить виды, находящиеся под угрозой исчезновения. Скорее можно определить те, что подвергаются наибольшему риску или могут оказаться перед лицом опасности исчезновения скорее, чем это предполагалось ранее.

С точки зрения специалистов по охране природы, их работа могла бы внести большой вклад в сохранение исчезающих видов, но, по словам Сэнди Андельман (Sandy Andelman), главного управляющего общественной организации Conservation International, необходимо апробировать метод в реальных условиях. Недавно они с Мельбурном объединились, чтобы выяснить, как можно использовать на практике полученные в его лаборатории результаты. Они собираются применить усовершенствованную модель для оценки степени риска вымирания приматов (кроме человека) и африканских слонов, о которых накоплено достаточно данных.

Ученые планируют с помощью новой модели исследовать различные популяции: от исчезающих видов до тех, которые пока находятся под угрозой вымирания. В ближайшие годы флора и фауна Земли может

лишиться 16 тыс. видов животных и растений, что нанесет невосполнимый урон мировому биологическому разнообразию.

ГЛАЗА — ЗЕРКАЛО ЗДОРОВЬЯ

Карина Тиванова

Еще древние народы — шумеры, индийцы, китайцы — обнаружили, что по глазам можно не только читать мысли человека, но и узнать о состоянии его здоровья. Так появилась иридодиагностика, которая способна выявлять болезни по рисунку радужной оболочки человеческого глаза. Однако научным методом она была признана только в XIX в. Этому способствовало открытие венгерского медика Игнаца фон Пекцели (Ignatz von Peczely), который обнаружил, что каждому участку тела или органу соответствует определенный сегмент в радужке. Впоследствии было выяснено, что здесь имеются 86 зон и около 250 внешних признаков (накопление пигментов, нарушение структуры волокон). Именно по ним и ставится диагноз, поскольку при патологии какого-то органа на радужке, как на карте, появляются изменения, например в виде перераспределения пигмента. Важно и то, что каждый глаз отражает состояние органов своей стороны тела.

В нашей стране также проводились исследования в этой области науки, кроме того, было сделано много различных открытий. Большой вклад в иридодиагностику внес в конце 1970-х гг. прошлого века профессор, доктор медицинских наук, президент Российского общества иридологов Е.С. Вельховер, разработавший оригинальные компьютерные программы, с помощью которых по состоянию глаз за несколько минут можно многое узнать о здоровье пациента. Его продолжателями по праву можно считать ученых Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Сотрудники МГТУ создали новый многофункциональный аппаратно-программный комплекс. С помощью специального оборудования можно просканировать радужную оболочку глаза, что позволяет не только установить состояние всего организма, но и оценить способности человека к адаптации, восстановлению и прогнозировать его психоэмоциональные реакции.

Применять такую систему можно в самых различных областях, например в классической и спортивной медицине: в первом случае — для проведения медико-генетических консультаций, во втором — для определения подготовки организма к тем или иным нагрузкам. Представителям кадровых агентств при наборе персонала также может помочь информация об особенностях психики, полученная с помощью иридодиагностики. Кроме того, система вполне может стать незаменимой в сфере биометрической идентификации личности, поскольку особенности радужной оболочки столь же неповторимы, как отпечаток пальца.

ВЫЖИВАЮТ САМЫЕ ВЕЗУЧИЕ

Чарлз Чой

Возможно, динозавры воцарились на нашей планете благодаря чистому везению. Они доминировали на Земле на протяжении 135 млн лет подряд, значит, были весьма выдающимися существами. Палеонтологи исследовали первые годы существования динозавров в триасе, 230–200 млн лет назад, и обнаружили, что в то время процветали круротарсы (предки крокодилов). Судя по ископаемым остаткам, они вдвое превосходили динозавров по разнообразию строения тела, характера питания и типов местообитания, а их численность была выше во многих экосистемах. Ученые из Бристольского университета в Англии и Американского музея естественной истории в городе Нью-Йорк в США пришли к выводу, что динозаврам не пришлось соревноваться с круротарсами, которые большей частью вымерли из-за резкого изменения климата в триасовом периоде (на динозаврах же оно по какой-то причине не сказалось). В противном случае круротарсы вполне могли бы унаследовать Землю вместо динозавров.

РАБОТА ГОЛОВОЙ В ХОККЕЕ

Чарлз Чой

Спорт развивает не только тело, но и разум — по крайней мере, в том, что касается понимания речи. Для того чтобы изучить влияние знаний в области хоккея на мозг, ученые провели магниторезонансное томографическое сканирование мозга 12 хоккеистов, восьми болельщиков, а также девяти добровольцев, ни разу не видевших игру. Не удивительно, что игроки и болельщики значительно лучше новичков понимали предложения, описывающие действия во время игры, такие как «удар по воротам» и «удачная игра в защите». Однако исследователи из Чикагского университета также обнаружили, что у «посвященных» понимание подобных команд сопровождалось активацией областей мозга, обычно участвующих в планировании и управлении физическими действиями. Это означает, что мозг взрослых людей более пластичен, чем предполагалось ранее.

ВСЕ БЛИЖЕ К ЦЕНТРУ ГАЛАКТИКИ

Федор Капица

В конце декабря в Институте космических исследований РАН прошла международная конференция «Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра». По традиции на ней обсуждались новые и ожидаемые в ближайшем будущем результаты исследований нейтронных звезд и черных дыр, ядер активных галактик и квазаров, скоплений галактик, крупномасштабной структуры Вселенной.

О том, что в центре нашей Галактики существует сверхмассивная черная дыра, астрономы знали давно, но точных доказательств ее существования не имели: о нем свидетельствовали только математические расчеты. Ведь черные дыры нельзя увидеть, поскольку ничто не в силах избежать их гигантского гравитационного притяжения, в том числе солнечный свет.

Лишь недавно в Европейской южной обсерватории, которая находится в Чили, сфотографировали большое количество звезд, вращающихся вокруг огромной черной дыры в центре Млечного Пути. Изучая передвижение 28 звезд, астрономы зафиксировали гравитационное воздействие черной дыры, которая получила кодовое название Sagittarius A. Впервые ученые с беспрецедентной точностью вычислили орбиты большого числа этих «приближенных» звезд, что в частности позволило уточнить массу Sagittarius A — 4,31 млн масс Солнца и «уточнить» расстояние от нашей планеты до центра Млечного Пути — 27,17 тыс. световых лет.

«Центр Галактики представляет собой уникальную лабораторию, где мы можем изучать фундаментальные процессы сильной гравитации, звездной динамики и формирования звезд, имеющие большое значение для

всех других галактических ядер, с уровнем детализации, который никогда не будет доступен за пределами Галактики», — отметил руководитель работы Райнхард Генцель (Reinhard Genzel), астрофизик из германского Института внеземной физики имени Макса Планка. Расчеты показали, что по меньшей мере 95% массы, гравитация которой определяет движение близких к центру Галактики звезд, сосредоточены «в точке». Случайные и хаотичные орбиты звезд вблизи черной дыры на чуть большем удалении от нее сменяются упорядоченными. Оказалось, что шесть из 28 рассмотренных звезд вращаются в одной плоскости, формируя «диск». Его центром и является черная дыра. Одна из звезд совершила полный оборот вокруг нее за 16 лет. Солнце выполняет аналогичную задачу примерно за 250 млн лет.

Таким образом, стало ясно, что галактики формируются вокруг гигантских черных дыр так же, как жемчужина образуется вокруг песчинки. Близ черной дыры ученые выявили некую структуру с видимым поперечником всего 37 микросекунд дуги. Это может быть некая корона вокруг дыры, вращающаяся вокруг нее «горячая точка», или гигантский выброс вещества (джет). Теоретически известно, что мощные вспышки производит закручивающаяся вокруг дыры и падающая на нее материя. Но увидеть, как именно она закручивается, пока никому не удавалось. Обработав данные с нескольких радиотелескопов по методу «интерферометрии со сверхдлинной базой», исследователи зафиксировали отблеск от облака раскаленного газа, находящегося почти у самого горизонта событий черной дыры. Реальный размер открытого объекта составляет примерно 48 млн км, а радиус самой черной дыры в центре Млечного Пути — 16 млн км. «Увидеть такой объект — примерно то же, что разглядеть с Земли бейсбольный мяч, лежащий на поверхности Луны», — пояснил Р. Генцель.

ДОРОГУ ОСИЛИТ ИДУЩИЙ

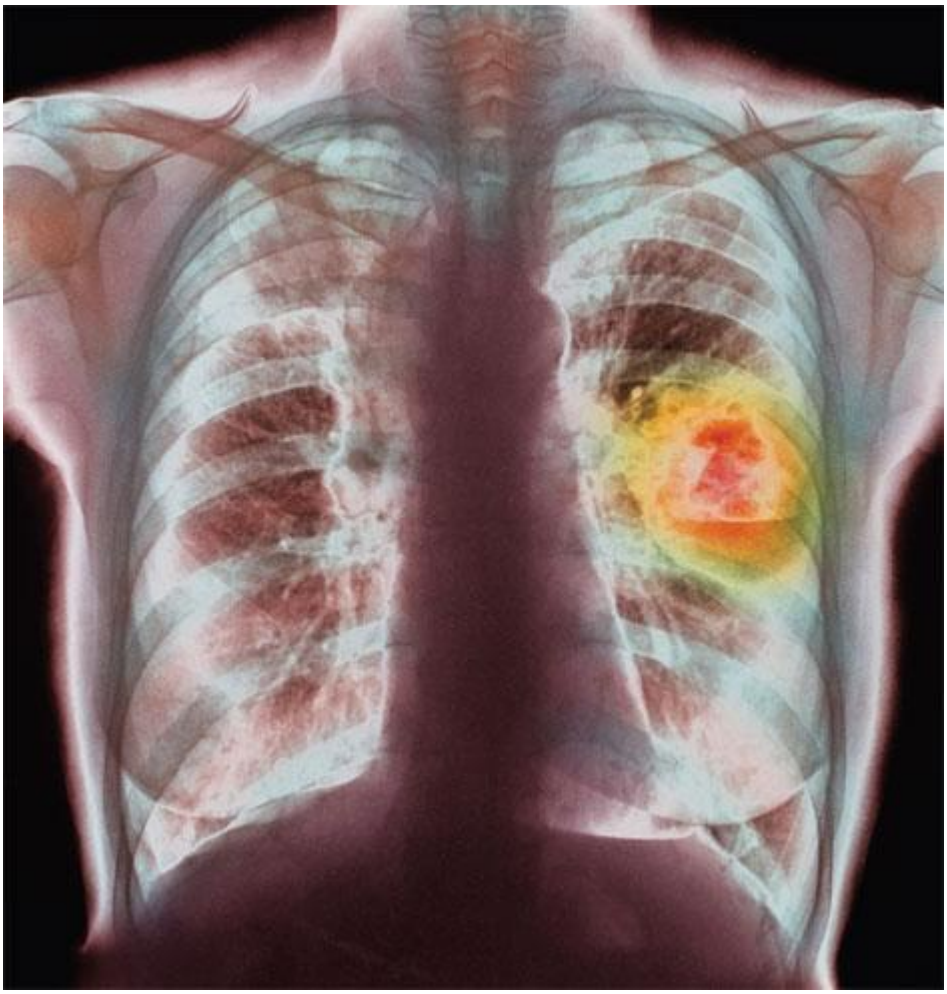
Джессика Уопнер

Противораковые вакцины: свет в конце тоннеля?

Победить рак, стимулируя работу иммунной системы, было давней мечтой врачей и ученых, и вот, наконец, появилась надежда на ее осуществление. До сих пор все клинические испытания различных противораковых вакцин заканчивались безрезультатно. Так, вакцина Canvaxin против меланомы, вопреки ожиданиям разработчиков, не продлевала жизнь больных. Однако не все готовы списывать противораковые вакцины со счетов. Некоторые полагают, что испытания проводились в ненадлежащих условиях, и при правильной их постановке исход должен быть иным.

Основанием для оптимизма послужили результаты глубокого анализа данных тестирования, которое сочли неудачным. Речь идет о III фазе испытаний вакцины Provenge (фирмы Dendreon из Сиэтла) против рака предстательной железы, проведенных в 2006 г. В ходе тщательного анализа выяснилось, что средняя продолжительность жизни вакцинированных больных в далеко зашедшей стадии заболевания была на 4,5 мес.

больше, чем у получивших плацебо. А пациенты, прошедшие вакцинацию на фоне химиотерапии, жили еще дольше: 34,5, а не 24,5 мес., как те, кто получил плацебо при прочих равных условиях.



По мнению разработчиков противораковых вакцин, показателем эффективности последних не может служить изменение размеров опухоли

Джеффри Шлом (Jeffrey Schlom), заведующий лабораторией биологии и иммунологии опухолей из Национального института по изучению рака, обратил внимание на основные критерии, которыми обычно руководствуются при оценке стандартных клинических испытаний. Он пояснил, что в отличие от химиотерапевтических препаратов вакцины не приводят к уменьшению размеров опухоли. И если ориентироваться на этот показатель, то результаты тестирования вакцин всегда будут отрицательными. По убеждению Шлома, исходить нужно из другого параметра — увеличения продолжительности жизни.

Далее, экспериментальные лекарственные препараты обычно испытывают на пациентах, уже прошедших не один курс химиотерапии, которая основательно подрывает их иммунную систему. Это не имеет значения, если тестируется химическое вещество. Другое дело — тестирование вакцины: ее способность усиливать иммунную реакцию в подобных условиях уменьшается. Кроме того, поскольку эффективность вакцинации повышается при многократном ее проведении, ее действие может проявиться лишь по прошествии определенного времени.

С учетом всего сказанного, казалось бы, не должно появляться никаких проблем с проведением испытаний в надлежащих условиях. Однако они возникают, и в первую очередь в связи с отсутствием подходящих адъювантов (веществ, которые повышают активность вакцин). Без адъюванта испытание вакцины не имеет смысла. А между тем найти подходящий адъювант крайне трудно, поскольку FDA не принимает заявки на эти компоненты отдельно от вакцин. Как отмечает Мартин Чивер (Martin Cheever), руководитель исследований солидных опухолей, проводимых в Центре Фреда Хатчинсона по изучению рака, FDA выдает разрешение на применение адъювантов только вместе с вакцинами, проходящими тестирование. «Как правило, компании не

желают заниматься разработкой препаратов, которые будут использоваться в качестве составных частей продуктов, созданных другими фирмами», — замечает Чивер.

Для подстраховки разработчики вакцин проводят «пристрелочные» эксперименты на нескольких наиболее перспективных комбинациях вакцина-адъювант, и лишь потом переходят к выверенным по всем параметрам испытаниям некоторых из них. Компания GlaxoSmithKline (GSK) начинает тестирование своей вакцины MAGE-3 на больных раком легких, которым сделана операция и не проводилась никакая химиотерапия. «Для правильной постановки испытаний такого масштаба пришлось обследовать 10 тыс. пациентов на наличие антигена, являющегося мишенью для MAGE-3. Многие предыдущие исследования были недостаточно убедительны и плохо контролировались, — заявляет Винсент Бричард (Vincent Brichard), руководитель программы по разработке антигенспецифичных противораковых иммунотерапевтических средств. — При том числе испытуемых, каким мы располагаем сейчас, не должно оставаться места для сомнений». Пациентам будет введена вакцина с тремя адъювантами. Испытания продлятся не менее пяти лет; их задача — оценить, способна ли вакцина предотвращать рецидив болезни; об уменьшении размеров опухоли речь не идет. Среди других подающих надежды вакцин — WT1 против лейкозов (GSK) и Onyvax-P против рака предстательной железы (компания Onyvax в Лондоне).

ВАКЦИНА: БЛАГО ИЛИ ВРЕД

Разработчики противораковых вакцин, признанных неэффективными согласно общепринятым критериям, утверждают, что эти вакцины увеличивают продолжительность жизни больных. Но вот случай, демонстрирующий прямо противоположное. В августе 2007 г. компания Cell Genesys из Сан-Франциско прервала клинические испытания вакцины GVAX против рака предстательной железы, когда обнаружилось, что смертность среди пациентов, получивших вакцину и химиотерапию, выше (67 случаев), чем среди тех, кто не был вакцинирован (47 случаев). В чем причина столь печальной статистики — пока не ясно. Установлено лишь одно: 408 испытуемых находились в терминальной стадии болезни, «и как раз таким больным вакцинацию проводить не следовало бы», — заявляет Джеффри Шлом, заведующий лабораторией биологии и иммунологии опухолей Национального института по изучению рака. Ситуацию должны прояснить аналогичные испытания на пациентах, у которых патологический процесс не зашел так далеко.

Между тем скептики настаивают на своем. В частности, они указывают на то, что мишенью некоторых вакцин становятся обычные белки, на которые в норме иммунная система не должна реагировать. «Мы подталкиваем организм к тому, чтобы он пренебрег контрольными механизмами», — говорит Марк Келли (Mark Kelley) из Центра по изучению рака в Нэшвилле (штат Теннесси), который принимал участие в исследовании печально известной вакцины Canvaxin. Эта «самонаправленность» иммунного ответа может привести к аутоиммунному заболеванию. Келли озабочен также сложностью действия вакцин, что затрудняет использование всего их потенциала в отличие от других противораковых средств.

Шлом, преодолевший все перипетии начального этапа работы с моноклональными антителами, больше всего опасается свертывания направления. «Новые способы лечения всегда с трудом пробивают себе дорогу, — говорит он. — Но я не сомневаюсь, что через несколько лет у нас будет не одна вакцина для разных видов рака».

НУЖНЫ НОВЫЕ КОНЕЧНОСТИ? ПОЖАЛУЙСТА!

Кристина Соарес

Новые технологии секвенирования геномов способствуют возрождению исследований процессов регенерации

Вэй Чжу (Wei Zhu) и Джералд Пао (Gerald Pao) занимаются выяснением механизмов изменения статуса некоторых клеток животных и растений, благодаря чему они приобретают свойства стволовых клеток. Дэвид Гарденер (David M. Gardener) и Рандал Восс (S. Randal Voss) уже много лет пытаются разгадать, каким образом саламандре удается восстанавливать утраченные части тела. По счастливой случайности пути этих ученых, которые работали в разных областях науки и жили далеко друг от друга (в Калифорнии и в Кентукки), пересеклись, и это было настоящим подарком судьбы: очень скоро стало ясно, что сотрудничество выгодно им обоим.

Они послали совместную заявку в компанию Roche Biosciences в Пало-Альто, Калифорния, которая в прошлом году объявила конкурс на создание нового недорогого скоростного метода секвенирования ДНК. Пао и Чжу, работавшие в Институте биологических исследований Солка в Сан-Диего, собирались использовать самые разные методики для изучения на молекулярном уровне процессов, протекающих в клетках саламандры на начальных этапах восстановления утраченной конечности.

Предмет их исследований имел отношение не только к саламандрам. Было бы очень важно выяснить, можно ли инициировать подобные процессы в клетках человека, если, например, перевести их в состояние, близкое к статусу стволовых клеток. Сопоставив некоторые из своих данных с результатами Гарденера и Восса, Пао и Чжу обнаружили много интересного для себя. Их сотрудничество не только укладывалось в рамки конкурса по секвенированию, объявленного Roche, но и могло стимулировать исследование процессов регенерации.

Процесс созидания: ампутированные конечности саламандры, вероятно, восстанавливаются по тому же механизму, по какому развиваются конечности у эмбриона

Пао и Чжу изучали самые ранние стадии заживления на клеточном уровне в месте ампутации конечности саламандры, в частности смотрели, что происходит на участках ДНК с разошедшимися цепями, которые могли содержать гены, готовые к переходу в активное состояние. Секвенирование данных участков показало, что гены, вероятнее всего участвующие в запуске программы регенерации на клеточном уровне, относятся к числу тех самых генов, которые находятся в активном состоянии в эмбриональных стволовых клетках. Это означало, что несущие их клетки вернулись к более ранней стадии развития. «Нам известно о нескольких

очень интересных генах такого рода, они работают почти исключительно в клетках зародышевой линии, — говорит Чжу, — и мы намереваемся определить их функцию».

«Наша первоочередная задача — идентифицировать гены, которые включаются при регенерации, и узнать как можно больше о самом процессе, — дополняет заведующий лабораторией, в которой работает Чжу. — Решить данные задачи было бы проще, если бы мы больше знали о генах саламандры». К сожалению, геном этого животного до конца не расшифрован, отчасти потому, что он невероятно велик: геномная ДНК саламандры в 10 раз длиннее, чем у человека. При таких больших размерах существенно возрастает стоимость секвенирования, если использовать традиционные методы. Исследование общей структуры генома саламандры показало, что он в основном имеет такую же организацию, что и геном человека, т.е. белок-кодирующие сегменты ДНК прерываются некодирующими участками — интронами. У саламандры, однако, интронов необычайно много, и состоят они из многократно повторяющихся последовательностей, чем и объясняется огромная длина генома.

Сейчас «новоиспеченная» научная группа занимается, помимо всего прочего, составлением каталога недавно найденных генов, имеющих аналоги в геноме человека и других позвоночных. Это поможет установить, в чем уникальность саламандры, определяющая ее способность к регенерации. «Благодаря участию в конкурсе компании Roche мы уже идентифицировали 10 тыс. таких генов, — говорит Гарденер, работающий сейчас в Калифорнийском университете в Ирвайне. — Это далеко не весь геном, но тем не менее довольно значительная его часть».

Пао и Чжу полагают, что дальнейшие исследования генома саламандры помогут раскрыть тайну более универсальных механизмов изменения статуса клеток, действующих, например, в стволовых клетках. А перспективы удешевления процесса секвенирования сулят наступление новой эры в изучении природы регенерации.

«Фирма Roche стала для нас доброй феей, и теперь мы можем использовать все инструменты, доступные ранее только специалистам в области биоинформатики», — говорит Гарденер.

БОЛЬШЕ КИЛОМЕТРОВ НА ЛИТР ТОПЛИВА

Чарлз Чой

Увеличить пробег автомобиля на определенном количестве топлива помогут электрические поля. Исследователи из Университета Темпл разжижали топливо, вставив электрически заряженную секцию во впускной трубопровод высокого давления, по которому топливо подается к форсунке дизельного двигателя. Уменьшение вязкости жидкости под воздействием электрического поля позволяет намного уменьшить размер капель, инжектируемых в двигатель, что повышает полноту сжигания. В дорожных испытания вставка, потреблявшая мощность меньше 0,1 Вт, увеличивала пробег на литр топлива на 13–16 км. Исследователи ожидают, что их приспособление найдет применение во всех типах двигателей внутреннего сгорания.

ПОДРАЖАНИЕ ГРОМУ

Чарлз Чой

В отличие от обычных громкоговорителей, генерирующих звук посредством колебаний мембраны, новые, в которых использованы листы из углеродных нанотрубок, создают музыку так же, как молния вызывает гром. Когда физики из пекинского Центра нанотехнологических исследований Цзинхуа-Фоксконн подали напряжение звуковой частоты на растяжимую гибкую пленку из углеродных нанотрубок толщиной 10 нм, оказалось, что она способна генерировать звук такой же громкости, как обычные громкоговорители. Ученые полагают, что наэлектризованные нанотрубки нагревают вокруг себя воздух, который, расширяясь, рождает звуковые волны. Мембраны-громкоговорители выдерживают, не разрушаясь, двукратное растяжение, при этом уровень генерируемого звука меняется очень мало. По мнению исследователей, такие листы можно

накладывать на картины, окна, видеоэкраны и даже на ткань, чтобы придать ей способность сохранять тепло человеческого тела.

БОЛЬШАЯ ПРОБЛЕМА МАЛОГО

Марк Уолвертон

Как определить место каждого атома в наноструктуре

В нанотехнологиях от положения одного атома может зависеть очень многое: будет ли материал вести себя как полупроводник или как изолятор, будет ли он запускать важный химический процесс или останавливать его. Возможность точно определять положение каждого атома в наночастице позволит обеспечить полный контроль над свойствами и поведением наноматериала. Однако такие методы глубинного анализа атомной структуры, как электронная микроскопия и растровая туннельная микроскопия, не позволяют точно определять координаты каждого атома.

«Изображения наноструктур поражают воображение, но если одна картина стоит тысячи слов, то таблица точных координат атомов стоит тысячи картин», — говорит Саймон Биллиндж (Simon Billinge), изучающий то, что он называет наноструктурами, в Университете штата Колумбия и Брукхейвенской национальной лаборатории.

Определить точную атомную структуру привычных твердых материалов гораздо проще, чем структуру наночастиц, поскольку первым свойственно то, что физики называют дальним или кристаллическим порядком: периодическая повторяемость структурных элементов, не претерпевающих значительных изменений в масштабах атомных или молекулярных расстояний. Такие материалы ученые обычно исследуют кристаллографическими методами, основанными на использовании процессов рассеяния пучков рентгеновского излучения или нейтронов, когда атомы рассеивают и отражают пучок, формируя изображения, называемые Брэгговскими дифракционными пиками (по имени Уильяма Генри Брэгга и его сына, открывших это явление в 1903 г.). Брэгговские пики, положения которых определяются расстояниями между атомными плоскостями в кристалле, несут информацию, позволяющую математическими средствами определить упорядоченную атомную структуру вещества. Этот мощный метод позволил узнать, как упакованы атомы в самых разных веществах — от космической пыли до нашей собственной ДНК.

Однако кристаллографические методы не пригодны для определения наноструктур, т.к. не обеспечивают необходимого разрешения. При изучении данными методами наноматериалов, для которых характерны структурные изменения на гораздо меньших расстояниях, брэгговские пики уширяются настолько, что полностью взаимно перекрываются. В результате определить местоположение каждого атома не представляется возможным. Без точного знания структуры нанотехнологии становятся отвлеченным умствованием.

Поскольку простого универсального подхода пока нет, для решения проблемы ученые используют сочетания различных отображающих технологий и математических методов. Такая многосторонняя стратегия — комплексное моделирование — позволяет на основании различных наборов данных строить точные и полезные модели.

Биллиндж скомбинировал кристаллографию с методом, который он давно применял для изучения аморфных структур, в частности стекол и жидкостей. Он применяет так называемую функцию распределения пар (pair distribution function, PDF), которая характеризует вероятность нахождения одного атома на данном расстоянии от другого и предоставляет статистические данные, по которым можно рассчитать структуру.

«Метод PDF использует тот факт, что вся нужная информация лежит между брэгговскими пиками», — говорит Стивен Стрейффер (Stephen Streiffer), действующий директор Центра наномасштабных материалов Аргоннской национальной лаборатории.

В 2006 г. Биллиндж с коллегами применили новую стратегию для рассчета структуры фуллерена (бакиболла) из 60 атомов углерода. С тех пор они разработали и другие алгоритмы реконструкции наноструктур.

Стрейффер указывает, что наряду со сложными алгоритмами должны совершенствоваться и отображающие методы. Возможность поместить под рентгеновский пучок единичный нанообъект, чтобы определить не только его форму в наномасштабе, но и положение и химическую природу каждого атома в объекте, он определяет как главную цель рентгеновской микроскопии на сегодняшний день. Матиас Боуд (Matthias Bode) из того же Аргоннского центра отмечает, что еще одним оружием в арсенале отображающих методов станут спектроскопические методы — исследование веществ по испускаемому или поглощаемому ими свету. «В наноисследованиях структуру обычно стремятся связать с тем или иным свойством, действующим в наномасштабе. А данный метод позволит исследователям связать размер или форму частицы с конкретными электронными или магнитными свойствами», — добавляет он.

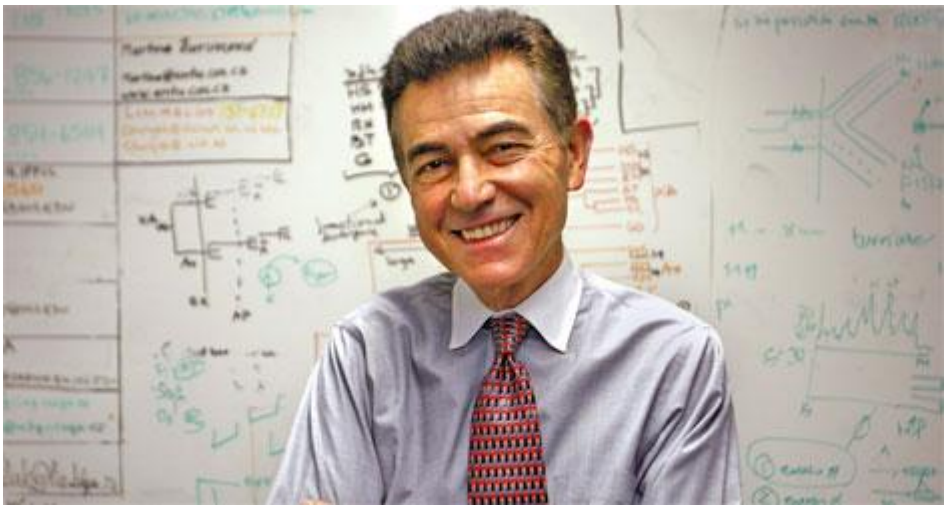
Решение задачи о наноструктуре станет ключом к достижению конечной цели нанотехнологий: созданию «заказных» наноматериалов под конкретные функции. «Мы пока очень далеки от этого, — признает Биллиндж, — но проблема столь многогранна и интересна, что открывает прекрасные возможности для работы».

ВЗГЛЯД ХРИСТИАНИНА НА ЭВОЛЮЦИЮ

Салли Лерман

Франциско Айала (Francisco J. Ayala), генетик и священник-доминиканец, считает, что конфликта между дарвинизмом и религией не существует. Однако убедить в этом американскую общественность остается сложной задачей

Франциско Айала выдвигает верхний ящик шкафа и пролистывает с десяток папок с заголовками и датами публикации. Это очерки по эволюции, написанные им за последние шесть-восемь месяцев для различных книг и журналов. «Халтура», — смеясь, говорит он, имея в виду, что на каждую у него уходит один или два дня.



Франциско Айала

- Концепция совместимости: учился в испанском монастыре и никогда не относился к эволюции враждебно. Напротив, стремится доказать, что дарвинизм разрешает важнейший парадокс христианства: «Как может любящий создатель допускать страдание и боль?»
- Плодовитое перо: опубликовал около 900 статей, автор и редактор 32 книг, получил несколько наград, в том числе Национальную медаль науки в 2001 г.
- Хобби: разводит 30 сортов винограда на своей ферме близ Лодай

в Калифорнии, используя принципы генетики и собственные методы выращивания.

За 30 лет бесед с христианами о неодарвинизме почтенный эволюционный биолог из Калифорнийского университета в Ирвайне отточил свои аргументы. У него всегда наготове истории и примеры, среди которых попадаются и шокирующие. «Одно из пяти зачатий заканчивается спонтанным абортом», — часто напоминает он аудитории, а затем задает вопрос: «Если репродуктивная система, созданная Богом, допускает подобное, то получается, что большинство абортов делает сам Бог?». По словам Айалы, с помощью таких примеров он обращает аргументы теологов против них же самих.

74-летний генетик убежден, что в 2009 г., отмеченном двухсотлетием со дня рождения Чарлза Дарвина и 150-летием выхода в свет его книги «О происхождении видов», дискуссии о преподавании эволюции усилятся. Для ученых крайне важно, чтобы диалог с верующими был спокойным. В качестве демонстрации агрессивного ведения дискуссии Айала извлекает огромный «Атлас творения», разосланный в научные институты и в музеи Франции и США мусульманским деятелем из Турции Аднаном Октаром (Adnan Oktar). В богато иллюстрированной книге не просто отрицается роль эволюции в происхождении жизни: автор связывает дарвиновскую теорию с творящимися в мире ужасами, в том числе с фашизмом и самим Сатаной.

Давление со стороны креационистов (сторонников божественного творения) усиливается. В США, в Институте Discovery в Сиэтле, который поддерживает креационизм, опубликованы учебники по биологии, ставящие эволюцию под сомнение. Это же учреждение финансировало вышедший в 2008 г. фильм Бена Стейна «Изгнанные: никакого творения», который навязывает идею о том, что антидарвинистов якобы преследуют. (В качестве опровержения см. книгу Джона Ренни «”Изгнанные” Бена Стейна: никакой мысли» и связанные с ней публикации на www.SciAm.com). Республиканский кандидат в вице-президенты Сара Пейлин (Sarah Palin) считает, что в школах надо изучать как креационизм, так и эволюцию. Согласно опросу, проведенному в Университете штата Пенсильвания, уже в каждой восьмой школе США учителя биологии рассматривают креационизм в качестве достойной альтернативы эволюционному учению...

Мнение

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В РОССИИ И МИРЕ

Дмитрий Мисюров

Об актуальных вопросах информационной безопасности в России и мире корреспонденту «В мире науки» рассказал выпускник МФТИ, постоянный участник и организатор научно-практических мероприятий по информационной безопасности, эксперт по информационной безопасности в АТЭС, заместитель генерального директора компании Aladdin, кандидат технических наук Алексей Геннадьевич Сабанов

— Алексей Геннадьевич, какие риски обычно рассматривают в связи с информационной безопасностью?

— Существует задача разработки универсальных методик оценки рисков, связанных с информационной безопасностью. Информационная безопасность (ИБ) — это не только противодействие злоумышленникам и мошенникам, разбирающимся в информационных технологиях. В обобщенном смысле ИБ обеспечивает три

главных свойства защищенности информации (доступность, конфиденциальность и целостность) в условиях быстро меняющегося пространства угроз, наличия так называемого человеческого фактора (забывчивость, халатность, нелояльность и т.п.), сбоев работы сетей, электропитания и т.д. Поэтому работа специалистов по ИБ должна начинаться с оценки рисков наступления тех или иных событий, негативные последствия которых могут повлиять на работу информационной системы. В настоящее время не существует универсальной методики оценки рисков применительно к задачам информационной безопасности. Отдельные методики разработаны и апробируются в таких традиционно связанных с оценкой рисков видах деятельности, как, например, оказание банковских услуг.

В связи с этим одной из первых задач на ближайшее время можно назвать разработку теоретических основ науки о защите информации, которые бы стали стержнем построения системы защиты и, в первую очередь, надежных методик оценки тех или иных рисков ИБ применительно к информационным системам различного класса. Составными частями или этапами построения систем защиты информации, как известно, стали оценка реальных угроз, формирование модели угроз, оценка рисков реализации той или иной угрозы, построение модели нарушителя, формирование модели защиты, а также концепции и политик защиты информации, выбор средств защиты, построение системы защиты, аудит системы защиты, анализ испытаний и инцидентов, совершенствование системы защиты. Каждая информационная система имеет свои особенности, связанные с различной топологией, наличием разного «железа» (hardware), системного и прикладного обеспечения (software), условий работы, режимов работы, особенностей подключения к сетям общего пользования и т.д.

Алексей Геннадьевич Сабанов

Сегодня задача решается в каждом отдельном случае. Существует такая наука — риск-менеджмент, которая применяется к каждой отдельно взятой задаче. Полное теоретическое решение возможно, но указать конкретные сроки пока представляется затруднительным. Сколько ученые бились над созданием единой теории поля? Несмотря на прикладной характер в нашем случае, эти задачи, тем не менее, сравнимы.

— Как решается задача отслеживания изменений в пространстве угроз?

— Мир вокруг нас меняется быстрее, чем мы это можем заметить. Информационные технологии (IT) развиваются ускоренными темпами. Наука о защите информации вынуждена идти в ногу с развитием IT и общества в целом, поскольку злоумышленники — часть информатизированного общества. Периодически защитникам информации приходится менять стереотипы, пригодные для определенных этапов развития IT. Рассмотрим это на конкретном примере. В настоящее время смена стереотипов касается задачи фильтрации потоков информации, входящих и выходящих из локальных компьютерных сетей. Среди профессионалов это называется задачей очистки контента. Дело в том, что объемы передаваемого через Интернет трафика растут фактически по экспоненте, а производство троянов, вирусов, компьютерных червей и других вредоносных кодов вышло на практически неконтролируемый промышленный уровень, и их количество ежегодно удваивается. Причем почти все эти программы пишутся для верхнего уровня модели взаимодействия открытых систем OSI. В этих условиях прежний подход к защите периметра предприятия (и средства защиты, разработанные исключительно для сетевого уровня модели OSI) не работает, поскольку восьмидесятый порт, через который идет загрязненный трафик, открыт практически во всех корпорациях. Традиционный подход к защите конечных устройств и ресурсов должен смениться на парадигму обеспечения защиты взаимодействия пользователя и информационного ресурса.

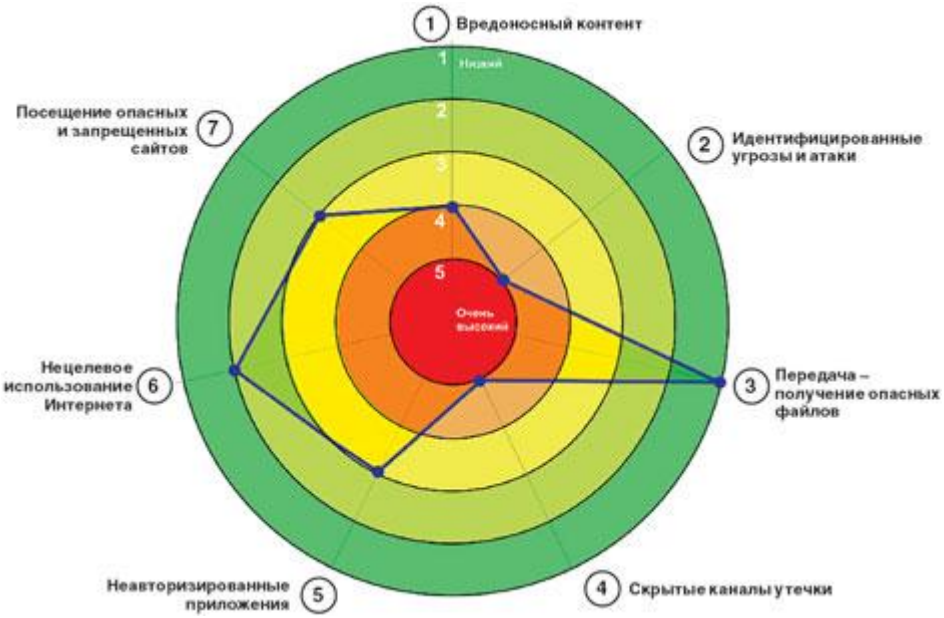


Рисунок 1. Изменение пространства угроз

На рис. 1 приводится диаграмма, иллюстрирующая изменение пространства угроз при работе через Интернет. На рис. 2 показана типовая картина оценки эффективности работы существующих систем защиты, основанной на устаревшем подходе построения защиты для сетевого уровня.

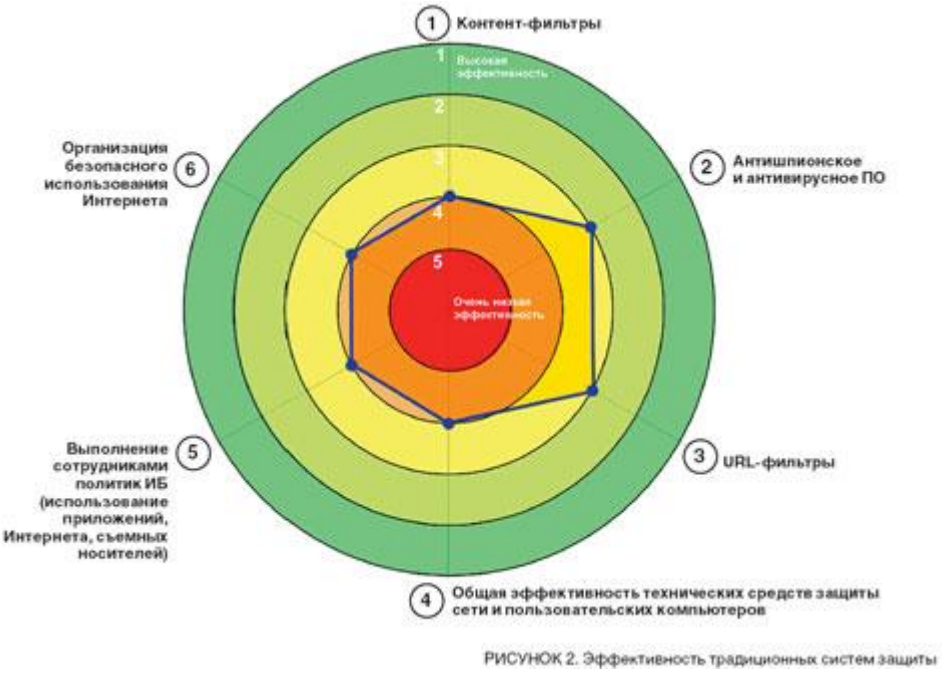


Рисунок 2. Эффективность традиционных систем защиты

Задача фильтрации контента на современном уровне решена отдельными разработчиками, однако в связи с развитием систем передачи информации подобные проблемы совсем скоро коснутся не только компьютерных сетей, но и таких бурно развивающихся направлений, как использование для доступа в Интернет мобильных устройств (смартфоны, КПК и т.д.).

Разработки эффективных систем защиты как для локальных сетей типовой конфигурации, так и для мобильных устройств можно ожидать уже через 2–3 года.

В нашей стране развернуты различные системы мониторинга событий, связанных с ИБ. В других странах подобные системы должны выполнять задачу регулярного обнародования самых актуальных угроз

безопасности с целью повышения защищенности государственных и коммерческих информационных ресурсов. К сожалению, у нас такая задача пока не поставлена ни перед одной системой мониторинга.

— Что вы можете сказать о проблеме аутентификации?

— Проблема состоит в недооценке процедуры аутентификации (подтверждения подлинности) как основы всей ИБ. В условиях глобализации наблюдается размывание границ предприятия, пользователям все чаще необходимо иметь доступ к информационным ресурсам в дороге, в командировке, на отдыхе, дома. В условиях мобильности пользователей все острее встает проблема создания надежных механизмов автоматической идентификации пользователей и взаимной аутентификации пары легальный пользователь — информационный ресурс. Взаимная аутентификация необходима для того, чтобы пользователь мог убедиться: это именно тот ресурс, который нужен ему (а не подмененный, что в наше время все интенсивнее используют злоумышленники), а ресурс должен в свою очередь проверить, что запрос делает именно тот пользователь, которому разрешен доступ. Создание механизмов, алгоритмов и реализация различных средств аутентификации уже выходят на промышленный уровень, однако не решен ряд научно-практических задач. Главной из них стала связь допустимого уровня рисков ИБ с необходимыми и достаточными для обеспечения заданного уровня рисков механизмами аутентификации. Эта задача не решается не только потому, что нет теоретического решения проблем оценки рисков ИБ. Настройка решений аутентификации всегда опаздывает с точки зрения обеспечения необходимого уровня безопасности, т.е., как правило, используются технологии и средства, не обеспечивающие в должной мере надежность средств аутентификации. Этим часто пользуются мошенники. В частности, в системах дистанционного банковского обслуживания эта проблема стоит весьма остро. Когда ущерб банка превышает определенный порог, банк вынужден переходить на более защищенные технологии аутентификации, снижая риски потерь на порядок. Как говорится, пока гром не грянет, мужик не перекрестится. Перспектива решения проблемы напрямую зависит от внедрения надежных методик оценок рисков. Стоит нам научиться считать деньги (не только уже потерянные, но и те, которые мы можем потерять), и проблема будет решена.

— Существует ли проблема интеграции средств информационной безопасности от разных производителей?

— Да, проблема существует. Она осложняется тем, что у нас в стране применяются преимущественно отечественные средства ИБ, разработанные для защиты информации. К великому сожалению, наши российские компании-поставщики зачастую пренебрегают стандартами. С этой проблемой сталкивается практически любая большая организация. Наличие разных платформ (Windows, Novell, Unix, Linux и т.д.) и различных средств защиты информации от нескольких производителей создает проблему интеграции систем защиты в комплексную систему с едиными сервисами. Например, сервис однократной первичной аутентификации пользователя с предоставлением доступа ко всем прикладным системам SSO (Single Sign On, однократная подпись) по предъявлении цифрового сертификата пользователя (по сути, это аутентификация, основанная на технологии электронно-цифровой подписи — ЭЦП) наталкивается на проблему поддержки сервисов инфраструктуры открытых ключей всем системным и прикладным программным обеспечением, используемым в организации. Заметим, что если бы подобных проблем не существовало, то значительная часть интеграторов осталась бы без работы. Перспектива решения данной проблемы зависит не только от поставщиков, производящих системное программное обеспечение. Она напрямую касается разработчиков прикладных систем, сервисов и систем защиты информации Процесс разработки систем защиты информации с соблюдением стандартов — дело достаточно большое и длительное. Зато при достаточно развитой системе контроля соответствия стандартам будет проще решать задачи интеграции, масштабирования и интероперабельности.

— Какие отрасли сейчас заинтересованы в информационной безопасности?

— Коротко можно ответить так: все сферы, где IT интенсивно участвует в бизнес-процессах. А это происходит во многих отраслях. Наиболее интенсивно на международных форумах обсуждаются проблемы ИБ в электронной коммерции и электронного правительства. Так, при создании электронного правительства одна из задач — создание защищенного онлайн-обмена со многими ведомственными базами данных. Каждая страна решает эту проблему по-своему, но самой распространенной архитектурой становится не одна объединенная центральная база данных страны, а распределенные базы, между которыми организовываются защищенные каналы и происходит обмен документами, заверенными ЭЦП, по согласованному запросу.

Проблемы ИБ стоят здесь в полный рост в отношении как обработки запросов, так и хранения подписанной ЭЦП информации. Эта задача обсуждается сейчас во многих странах. При трансграничных операциях ЭЦП — наиболее востребованный сервис. Задача по признанию ЭЦП одной страны в другой в настоящее время практически нигде не решена, имеются лишь пилотные проекты с наиболее простыми видами товара, такими как, например, электроэнергия. Для эффективного взаимодействия в трансграничных операциях с разными ЭЦП создается «перевалочный» пункт, так называемая третья доверенная сторона (ТДС). ТДС расшифровывает подпись одной страны и переподписывает документ ЭЦП другой стороны. Это своего рода электронный нотариат. Создание таких ТДС — весьма актуальная задача. Ее решением в настоящее время занимаются многие страны Евросоюза и стран АТЭС.

Хотелось бы отметить, что на наших глазах происходят глобальные сдвиги в сознании общества. Первые компьютеры разрабатывались исключительно для повышения производительности математических расчетов. Сейчас признано, что необходима тотальная компьютеризация, и IT — уже не только поддержка для бизнеса, но в ряде отраслей одна из его непосредственных составляющих. В настоящее время об информационной безопасности вспоминают, когда явно можно определить финансовый ущерб от действий хакеров, мошенников или несанкционированного отказа системы. Совсем скоро наступит этап развития IT, когда функционирование любой информационной системы будет включать в себя ИБ как обязательную часть еще на начальных этапах проектирования систем. Заметим, что ИБ — это тоже часть IT, не надо их противопоставлять. Но по сути парадигма связи ИБ-IT меняется: наступают времена, когда само применение и развитие IT будет непосредственно зависеть от развития и функционирования ИБ.

Беседовал Дмитрий Мисюров

Интервью

ЭРА ПЕРСОНАЛЬНОЙ ГЕНЕТИКИ

Олег Сеньков

Итак, свершилось: генетический код Homo sapiens — самая сокровенная тайна человечества — отправился в путешествие по просторам Интернета. Теперь можно не только не выходя из дома сделать ДНК-тест для определения родословной, отцовства, материнства, мутаций в генах, предрасположенности к болезням в любой из нескольких сот биотехнологических компаний как в России, так и за рубежом, но и свободно публиковать свою генетическую информацию и обмениваться ею на сайтах социальных сетей

Калифорнийская компа ния 23andMe (https://www.23andme.com), которую жур нал Time назвал самой значимой инновацией 2008 г., совершила «ле докольный» прорыв, уверенно наби рая обороты по количеству расшиф рованной ДНК граждан всего мира и организовав новый тип социаль ной сети, где каждый пользователь мог бы сравнить свою генетичес кую карту с картами своих близких или далеких родственников, людей с похожими болезнями или мута циями, даже известных деятелей науки, культуры и искусства. Гра ницы персональной информации трансформируются.

18 сентября 2008 г. Сергей Брин (Sergey Brin), 35-летний американец русского происхождения, разработ чик и сооснователь поисковой сис темы Google, написал в своем блоге (http://too.blogspot.com/2008/09/lrrk2.html): «...я узнал нечто очень важное для меня: я — носитель ред кой мутации G2019S гена LRRK2. Что это значит, пока не понятно.

Одно ясно — у меня гораздо боль ше шансов заболеть болезнью Пар кинсона в течение моей жизни, чем у среднестатистического че ловека. Это ставит меня в доволь но сложное положение; я относи тельно рано узнал о чем-то, к чему у меня есть генетическая предрас положенность, и сейчас у меня есть возможность построить свою жизнь так, чтобы снизить эти шансы (на пример, существуют научные дан ные,

показывающие, что физиче ская активность помогает предо твратить развитие паркинсонизма), я также могу участвовать в иссле дованиях этой болезни, спонсиро вать это направление, пока забо левание не коснулось меня самого.

И вне зависимости от моего собс твенного здоровья это может по мочь не только членам моей семьи, но и другим людям». Примерно за два года до этого в Силиконовой до лине появилась биотехнологичес кая компания 23andMe, в которой глава Google и сделал свой генети ческий тест. А год спустя состоялась официальная церемония бракосоче Хоури (Muin Khoury), директор На ционального департамента гено мики общественного здоровья при Центре контроля и предотвраще ния заболеваний. — Нельзя судить людей за возможность иметь доступ к первичным далеко не полным дан ным. Многие болезни проистекают от нескольких разных генов, а на их развитие влияют факторы окружа ющей среды. Меньше десятой час ти всех наших 20 тыс. генов корре лируют с какими-то изменениями в работе организма. Определить чис то генетический компонент физичес ки невозможно». Алан Гутмахер (Alan Guttmacher) из Национального инс титута здоровья предостерегает: «Не полное знание — опасная вещь!».

Несмотря на то что генетически мы все почти одинаковы (99% ДНК че ловека абсолютно идентичны у всех людей), все же мы разные. Около 1% отличий приносят так называемые однонуклеотидные полиморфные замены в последовательности ДНК (SNP, Single Nucleotide Polymorphism, или снипы), когда, например, один нуклеотид цитозин заменяется тимином в последовательности ка кого-то гена: ...АГЦААТ... переходит в ...АГТААТ... На 3 млрд нуклеотидов всей нашей ДНК такие вариации случаются на каждые 100–300 пар оснований. Как считают ученые, именно благодаря таким вариаци ям в геноме мы индивидуально реа гируем на различные болезни, фак торы окружающей среды, бактерии, вирусы, токсины, лекарства, даже продукты питания. Снипы эволю ционно стабильны и наследуемы.

Скорее всего, они не являются при чинами болезни per se, но определя ют вероятность ее возникновения. Приведу пример: ApoE, один из ге нов, вовлеченных в развитие болез ни Альцгеймера, имеет два снипа, дающие три разных варианта/ал лели гена — E2, E3 и E4, которые от личаются всего на один нуклеотид и кодируют три разных протеина, названных аполипопротеинами, отличающихся друг от друга всего на одну аминокислоту. Каждый че ловек наследует по копии ApoE от матери и от отца. Исследования по тания Сергея Брина и Анне Войциц ки (Anne Wojcicki), одной из соучре дителей компании 23andMe. Сум ма инвестиций Google в 23andMe составила более $3,9 млн. Другими инвесторами стали компании New Enterprise Associates, Mohr Davidow Ventures и биотехнический гигант Genentech.

Сейчас во многих странах идут бурные дискуссии по поводу этич ности, правомочности и целесооб разности организации такого рода бизнеса, а также возможных не гативных последствий в будущем, когда от свободного оборота гене тической информации в Интерне те и других сетях могут пострадать не только отдельные люди, но и це лые государственные системы здра воохранения. Так, в мае 2008 г. пре зидент США Джордж Буш поспешно подписал закон, запрещающий лю бую дискриминацию на основании генетической информации, а также передачу ее третьим лицам, работо дателям и страховым компаниям, а в октябре этого же года амери канский научно-популярный жур нал Popular Mechanics назвал вла дельцев компании 23andMe самы ми противоречивыми персонами Интернета в 2008 г. «Это похоже на людей, формирующих в социальных сетях группы на основании генеа логии или определенной болезни, и здесь также кроется опасность преувеличить значение этой схожес ти. Существует некий скептицизм по поводу того, насколько полез на данная информация», — пишет в журнале Technology Review Милд ред Чо (Mildred Cho), исследователь по биоэтике из Стэнфордского уни верситета. «Начинается революция персональной геномики, которая не только трансформирует наше пони мание заботы о себе, но также рас ширит границы частной информа ции, — отмечает журналистка Time Анита Гамильтон (Anita Hamilton) в статье об инновациях года. — Если раньше получить данные о генах могли только отдельные ученые, то сейчас — каждый». «Процент неоп ределенности в ДНК-тестах слиш ком велик, — говорит доктор Муин Хоури (Muin Khoury), директор Национального департамента геномики общественного здоровья при Центре контроля и предотвращения заболеваний. — Нельзя судить людей за возможность иметь доступ к первичным далеко не полным данным. Многие болезни проистекают от нескольких разных генов, а на их развитие влияют факторы окружающей среды. Меньше десятой части всех наших 20 тыс. генов коррелируют с какими-то изменениями в работе организма. Определить чисто генетический компонент физически невозможно». Алан Гутмахер (Alan Guttmacher) из Национального института здоровья предостерегает: «Неполное знание — опасная вещь!».

Несмотря на то что генетически мы все почти одинаковы (99% ДНК человека абсолютно идентичны у всех людей), все же мы разные. Около 1% отличий приносят так называемые однонуклеотидные полиморфные замены в последовательности ДНК (SNP, Single Nucleotide Polymorphism, или снипы), когда, например, один нуклеотид цитозин заменяется тимином в последовательности какого-то гена: ...АГЦААТ... переходит в ...АГТААТ... На 3 млрд нуклеотидов всей нашей ДНК такие вариации случаются на каждые 100–300 пар оснований. Как считают ученые, именно благодаря таким вариациям в геноме мы индивидуально реагируем на различные болезни, факторы окружающей среды, бактерии, вирусы, токсины, лекарства, даже продукты питания. Снипы эволюционно стабильны и наследуемы. Скорее всего, они не являются причинами болезни per se, но определяют вероятность ее возникновения. Приведу пример: ApoE, один из генов, вовлеченных в развитие болезни Альцгеймера, имеет два снипа, дающие три разных варианта/аллели гена — E2, E3 и E4, которые отличаются всего на один нуклеотид и кодируют три разных протеина, названных аполипопротеинами, отличающихся друг от друга всего на одну аминокислоту. Каждый человек наследует по копии ApoE от матери и от отца. Исследования показывают, что у носителя как минимум одной копии E4 шансы получить болезнь Альцгеймера гораздо выше, чем у обладателя E2. Конечно же, такого рода снипы — не стопроцентные индикаторы развития болезни; человек может получить целых две копии E4 и никогда не заболеть, или наоборот, иметь только E2, но недуг настигнет его. ApoE — только один из многих генов, участвующих в развитии болезни, и такова же картина большинства других самых распространенных хронических заболеваний, таких как диабет, болезни сердца, рак. Причина болезни всегда имеет полигенную природу.

Сегодня ученые идентифицировали порядка 2 млн разных снипов в геноме человека. Каждый снип маркирован и описан в специальных базах данных, которые находятся в свободном доступе в Интернете (см., например: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/SNP/). Благодаря такому наследуемому полиморфизму генов 17% из нас имеют в семейной истории случаи рассеянного склероза, 29% — диабета, 41% — мигрени, 19% — болезни Альцгеймера, 67% — раковые заболевания, 22% из нас интолерантны к лактозе, 13% имеют синдром беспокойных ног, 17% — левши, 56% мужчин страдают облысением.

Мне удалось связаться с 23andMe и взять небольшое интервью у одной из директоров компании Линды Авей (Linda Avey).

ЛИНДА АВЕЙ (Linda Avey) — совладелец и один из директоров правления компании 23andMe, опыт работы в биофармакологической индустрии — более 20 лет, участвовала в проекте «Геном человека», имеет степень бакалавра биологии

—Уважаемая мисс Авей, сейчас ваш сервис доступен в 51 стране мира, включая всю Европу, многие постсоветские государства, такие как Беларусь, Азербайджан, Армения, Грузия, в вашем списке доставки числится даже Ватикан, но тем не менее Россия почему-то отсутствует. У вас какие-то проблемы с организацией работы в данной стране? Когда ваш сервис персональной геномики будет доступен и у нас?

— К сожалению, в данный момент мы не можем предложить свои услуги в России из-за российского законодательства, запрещающего гражданам отсылать какой-либо биологический материал для проведения генетического анализа за пределами страны без специального разрешения Министерства здравоохранения России. Конечно, у нас есть заинтересованность в том, чтобы наладить здесь наш сервис, и мы это сделаем, как только российские законы это позволят.

— Не могли бы вы рассказать, какое количество людей уже пользуется вашим сервисом, сколько персональных геномов было расшифровано и проанализировано, особенно после того как вы снизили цену на услугу почти втрое?

— Мы не разглашаем такого рода информацию, но можем сказать, что очень довольны тем, как люди реагируют и участвуют в нашем проекте. А снижение цены на сервис сделало его еще более доступным практически для всех слоев населения.

В СМИ сейчас идет очень напряженная дискуссия по поводу пользы вашего ДНК-теста. Одни говорят, что он не несет никакой значимой информации, что он любительский и не может претендовать на серьезное отношение к нему, что это всего лишь новый модный развлекательный интернет-бренд, соответственно, этические и медицинские риски — нулевые. Другие утверждают, что наоборот все достаточно серьезно, что это только первый шаг, а в один прекрасный день ваша инициатива может принести вред человечеству и создать хаос в здравоохранении и системе медицинского страхования. Не могли бы вы сформулировать вашу позицию и привести примеры того, как знание персональных генетических данных, полученных при участии вашей компании, может быть использовано с умом и во благо человека?

— Необходимы еще многие исследования, чтобы понять хотя бы основные связи между генами, окружающей средой и разными фенотипами, механизмы их взаимодействия. Мы только в начале пути. Тем не менее на данный момент существует довольно большое количество генетических ассоциаций, уже открытых, описанных и принятых научным сообществом как надежные источники информации, которые могут быть весьма полезны для обычных потребителей. Например, мы можем сегодня сказать нашим клиентам, несут ли они в своих генах мутации, порождающие такие крайне опасные и наследуемые болезни, как муковисцидоз или серповидноклеточная анемия, и соответственно, могут ли они передать эти мутации своим детям. Мы также предупреждаем наших клиентов об их рисках в связи с такими генетическими болезнями, как рак простаты, венозный тромбоэмболизм или возрастная макулярная дегенерация сетчатки. Если пользователи нашего сервиса обнаружат, что их предрасположенность к определенному заболеванию выше среднего, то они могут принять определенные меры, чтобы предотвратить его появление или по крайней мере отсрочить начало. Более того, сервис совершенствуется каждый день: исследователи продолжают делать открытия, и мы можем постоянно снабжать наших клиентов новой информацией. Мы надеемся, что будем занимать активную позицию в продвижении исследований, где ключевую роль играют потребители. Главная цель 23andMe — вовлечь своих клиентов в генетические изыскания, собирая их генетическую и фенотипическую информацию посредством ДНК-анализа и добровольного онлайн-опроса, и потом, используя полученные данные, проводить исследования геномных ассоциаций, показывая потребителям, как их персональное участие влияет на прикладные и фундаментальные генетические исследования. Думается, с нашей ориентированной на пользователя системой и постоянно растущей геномной базой данных мы сможем быстрее и, что самое главное, эффективнее делать открытия в генетике, нежели это подразумевают традиционные методы и подходы. Что же касается влияния персональной геномики на систему здравоохранения, то мы верим, что это просто фантастически улучшит всю индустрию, т.к. и врачи, и сами пациенты будут повсеместно использовать генетическую информацию для разработки правильного превентивного подхода к образу жизни, более точного диагностирования и лечения болезней на основе персонализированной медицины, где все компоненты лекарств, их дозировки, а также сам курс лечения будут подбираться индивидуально, на основе вашей генетической карты.

— Поправьте меня, если я ошибаюсь, но, насколько я знаю, сегодня вы предлагаете генетическую информацию, основанную на сканировании порядка 600 тыс. снипов, на основании которых вы можете определить до 80 различных фенотипических отличий, включая болезни. Тем не менее ваши конкуренты по бизнесу, например такие компании, как deCODEme (www. decodeme.com) и Navigenics (www. navigenics.com), заявляют, что они пока могут определить только 20– 30 таких отличий, используя почти вдвое большее количество снипов (порядка 1 млн) и за гораздо большую цену. Значит ли это, что ваши данные более спекулятивны и менее точны? Или вы используете какие-то более продвинутые методы декодирования и анализа ДНК, или более «чувствительные» генные маркеры?

— Небольшое уточнение: в данный момент мы определяем уже более 95 различных характеристик фенотипических признаков в генотипах, и далеко не все они ведут к развитию какого-либо недуга. Мы уверены в наших данных благодаря тому, что используем самые высокоточные технологии генотипизации. Другая причина — возможность добавлять в анализ «свои» снипы, т.е. фокусироваться на тех точечных полиморфных отличиях в последовательности ДНК, которые, по нашему мнению, могут дать какуюто дополнительную интересную информацию. Это делает наш анализ более богатым, информационно плотным. Такой подстроенный под нужды пользователей контент нашего сервиса — то, что отличает нас от других компаний. Недавно компания Illumina (www.illumina.com) — разработчик нашего ДНК-чипа, при помощи которого мы анализируем снипы, — совершила технологический прорыв, что немедленно отразилось на конечной цене геномного анализа для одного человека: цена упала в два раза. Что касается числа разных фенотипических состояний, которые мы описываем, то наша цель — предоставить пользователям максимальный объем информации об их генах, постоянно обновляя базу данных вне зависимости от того, касается данная информация определенных болезней или других наследуемых признаков, таких как лактозная интолерантность, алкогольная реакция покраснения лица и тела или восприятие вкуса горечи. Другие компании, тем не менее, решили предоставлять только медицинские сведения. Мы даем более широкий спектр генетической информации, т.к. считаем, что это поможет обучать наших пользователей лучшему пониманию их генома, его значения не только для развития каких-то болезней, но и в обычной жизни, а также ознакомить их с современными ограничениями в генетических исследованиях. На нашем сайте все наследуемые признаки мы разделяем на две секции: в одной собраны все клинические сообщения (т.е. все генные ассоциации, которые хорошо изучены и в отношении достоверности которых научным сообществом достигнут стойкий консенсус); другая группа — все исследовательские сообщения, в которых значения тех или иных ассоциаций менее понятны и требуют дальнейшего анализа и дополнительного изучения до того как их можно будет переклассифицировать в группу клинических сообщений.

— Что ваша компания уже делает или в будущем предполагает предпринять против биомедицинского терроризма или дискриминации в любой форме? Как вы полагаете, не слишком ли это рискованно — публично выставлять свою генетическую информацию в Интернете, в социальных сетях?

ПРИСЫЛАЕМЫЙ ПО ПОЧТЕ КОМПАНИЕЙ 23ANDME СПЕЦИАЛЬНЫЙ НАБОР для сбора и консервации образца слюны для декодирования ДНК, который потом отсылается обратно для расшифровки ДНК

— Мы серьезно относимся к сохранению приватности любой биомедицинской персональной информации, делаем все возможное, чтобы обеспечить безопасность генетических данных. Наши ин женеры разработали сверхнадежные системы защиты данных, которые, кстати, ежегодно проверяют независимые технические аудиторы. Более того, мы храним физически раздельно, в разных базах данных, персональные идентификационные сведения (имена и адреса) и генетическую информацию. Единственный человек, который имеет полномочия распоряжаться своими генетическими данными, — сам пользователь. Мы не предоставляем никаких сведений третьим лицам, медицинским страховым компаниям или работодателям. Тем не менее мы даем возможность нашим пользователям обмениваться генетической информацией друг с другом, если они сами решают это делать, и они охотно делятся данными, особенно с членами своих семей.

— Современные исследования показывают, что развитие большинства наших болезней зависит на 85% от образа жизни и эпигенетических факторов, и что только примерно 15% отводятся собственно генам; другими словами, очень важно то, как мы живем, что делаем, даже как думаем. Вдобавок к этому существует хорошо известный в клинической практике «эффект плацебо», когда таблетки из самого обычного мела работают как настоящие лекарства, нужно только верить. Как вы считаете, достаточно ли это безопасно — свободно позволять людям знать их генетические риски? Есть категории людей, которые могут оказаться весьма чувствительными к такого рода информации и под впечатлением от узнанного у вас заболеть тем, к чему у них обнаружена предрасположенность выше среднего. Как вы учитываете это, предоставляя доступ к вашим услугам всем желающим?

— Одна из причин, по которым мы решили создать нашу компанию — помощь в выявлении как можно большего числа генетических факторов, которые могут вли ять на развитие обычных болезней. Мы отдаем себе отчет в том, как много еще должно быть исследовано, и в том, что генетическая информация может стать значимой частью различных систем здравоохранения, особенно в плане предотвращения заболеваний. Многие болезни зависят от генетических факторов, что очевидно по тому, как часто внутри семей постоянно возникают определенные недуги. Это не значит, что факторы окружающей среды не играют здесь никакой роли: наоборот, ученые полагают, что как раз взаимодействие этих факторов с нашими генами ведет к развитию заболеваний. Само собой разумеется, людям гораздо проще контролировать свою окружающую среду, чем генетику. Узнав о своей склонности к тем или иным болезням на уровне генома, человек может совершить определенные шаги в изменении своего образа жизни и окружающей среды, что поможет ему жить дольше и более здоровой жизнью. Мы полагаем, что понимать сегодня основы генетики очень важно, такое знание сулит много преимуществ, и если наши пользователи достаточно образованы в этом, бояться предоставлять им генетическую информацию не стоит. Тем более что весь наш сервис полностью основан на возможности выбора: пользователь сам решает, нужна ему та или иная информация или нет.

ОБ АВТОРЕ

Олег Сеньков (Oleg Senkov) — нейрофизиолог, получил бакалаврскую и магистерскую научные степени в Санкт-Петербургском государственном университете, защитил докторскую диссертацию в Гамбургском университете (Германия), в данный момент — научный сотрудник Института нейрофизиологии и патофизиологии университетской клиники Эппендорф в Гамбурге. Сфера научных интересов — исследование мозга, в частности, основ работы памяти и обучения на молекулярно-генетическом, клеточном и системном уровнях. Хобби: журналистика, фотографирование и веб-дизайн.

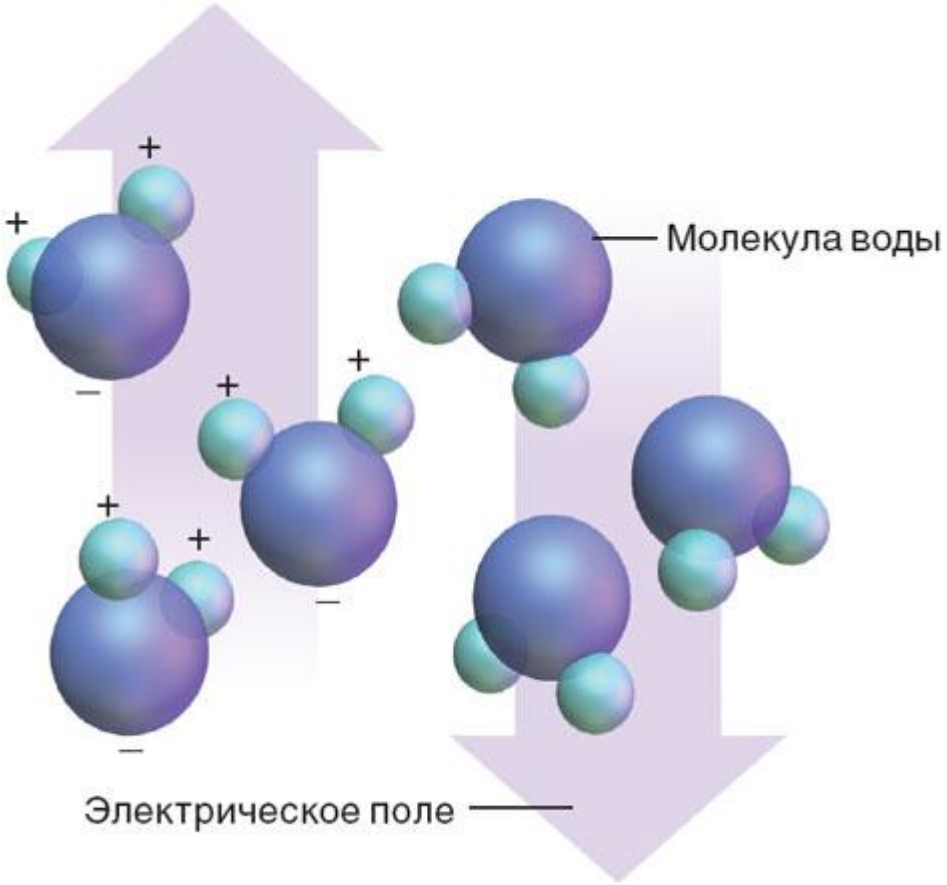
Знание-сила

ПИЩА И ЗРЕЛИЩЕ

Марк Фишетти

Иногда забавно напомнить себе, как удивительны некоторые из самых привычных бытовых приборов. Стандартная микроволновая печь, в которой сетевое напряжение повышается со 120 или 220 В аж до 3 кВ и

более, позволяет безопасно приготовить пищу за одну-две минуты, а стоит меньше пары хороших полуботинок. При этом за приготовлением можно наблюдать через удобное окно.



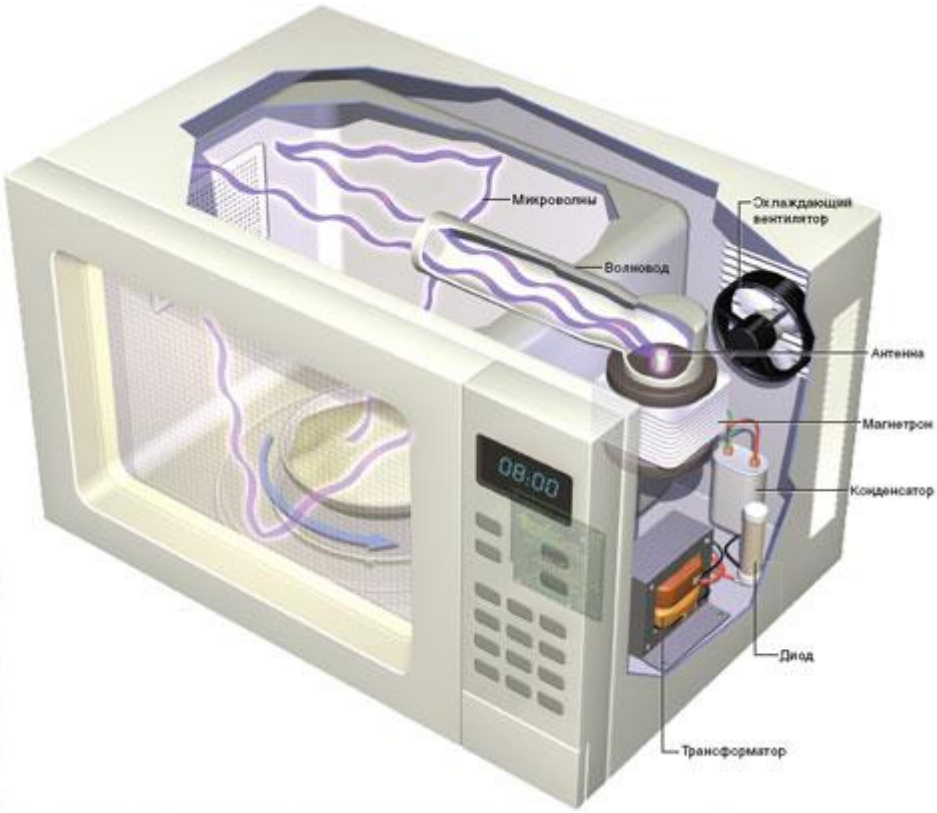
Молекулы воды присутствуют почти во всех видах пищи. Один из «концов» молекулы воды имеет положительный заряд, а противоположный «конец» — отрицательный. Электрическое поле микроволн ориентирует молекулы в одном направлении, но направление поля меняется на противоположное 4,9 млрд раз в секунду, что заставляет молекулы воды каждый раз тоже менять ориентацию. При этом они сталкиваются, создавая трение, в результате чего выделяется тепло. В керамических и стеклянных сосудах молекул воды нет, поэтому микроволны не нагревают их, хотя они нагреваются за счет теплопроводности от горячей пищи

Сердце такой печи — магнетрон. Хотя название заставляет вообразить некий аппарат из фантастического фильма сомнительного качества, на самом деле это сложный электровакуумный прибор, генерирующий микроволновую мощность, достаточную для военных радаров (для которых он первоначально и создавался). В отличие от пламени и электрической спирали, тепло от которых нагревает пищу извне, микроволны проникают в объем пищи и выделяют тепло внутри нее.

Некоторые люди до сих пор побаиваются микроволновых печей, хотя они продаются с 1950-х гг. Классическое опасение: не могут ли микроволны проходить через окно и причинять вред нашему телу, особенно глазам? Нет. Микроволны отражаются от металлической сетки, заделанной в стекло окна. «Отверстия этой сетки настолько малы по сравнению с длиной волны, что микроволны отражаются от нее, как от сплошного металлического зеркала», — говорит профессор физики Университета штата Виргиния Луис Блумфилд.

Несколько лет назад специалисты по питанию высказали опасение, что микроволны снижают полезность продуктов. Однако исследования показали, что дело обстоит как раз наоборот. Все способы готовки могут разрушать витамины. Степень зависит от температуры и длительности процесса. Большинство исследований показывают, что температуры в микроволновой печи ниже, чем при готовке на плите или в духовке, а время приготовления пищи в ней меньше, так что витамины в ней сохраняются лучше. Наиболее пагубна для витаминов варка.

Недавно возникло опасение, что микроволновые печи могут создавать помехи работе WiFi-сетей. Тщательно закрытые печи не препятствуют работе беспроводных сетей, поскольку электромагнитное излучение не может выходить из них наружу, но даже небольшие утечки могут создавать проблемы. «Беспроводная связь исключительно чувствительна к электромагнитному излучению, — говорит Блумфилд. — Поэтому, даже если уровень утечки составляет всего одну миллиардную, для нашего тела он безвреден, а вот на WiFi-сигнал это может повлиять»...



Печь Трансформатор, диод и конденсатор повышают сетевое напряжение со 120 или 220 В до 3 000 В и более и выпрямляют его. Выпрямленное высокое напряжение подается по проводу на магнетрон, который генерирует микроволны, посылаемые антенной через волновод в рабочую камеру печи, где они отражаются ее металлическими стенками. Тарельчатая подставка вращает пищу в микроволновом поле, чтобы она нагревалась равномерно. В моделях без такой подставки для равномерного распределения мощности микроволн по объему камеры используется небольшая вращающаяся лопасть на конце волновода (не показана)

Лаборатория вкуса

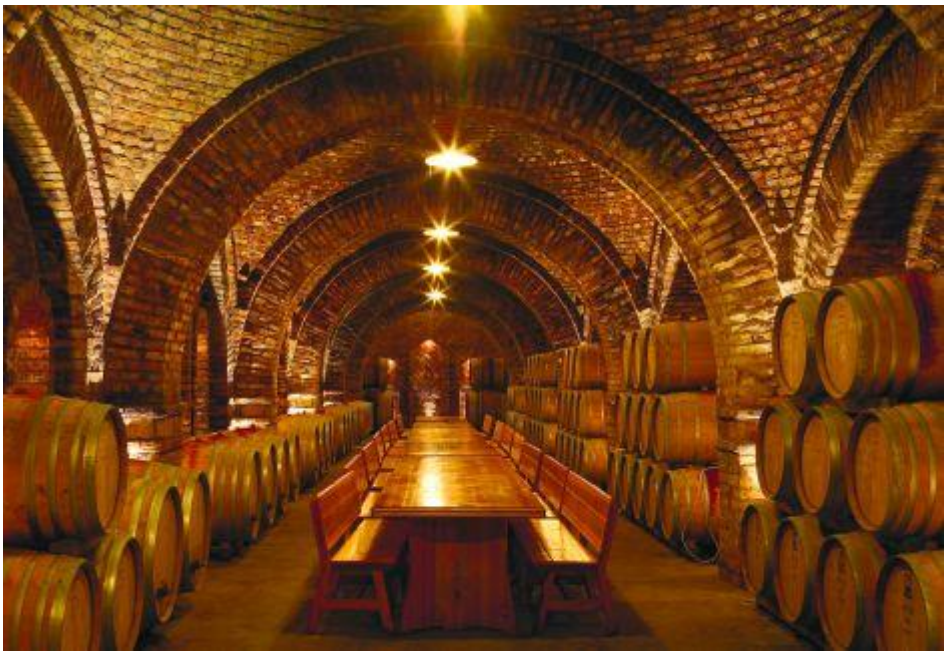
ДУБОВЫЕ СТРАДАНИЯ: ЗАЧЕМ ВИНОДЕЛУ БОЧКА

Анатолий Гендин

Аккуратные штабеля бочек в живописных винных погребах воспринимаются нами в первую очередь как банальная тара для хранения желанной жидкости. Между тем деревянная бочка — важный технологический инструмент винодела. От нее во многом зависят вкус и аромат вина на нашем столе

Вообще-то дубовая бочка появилась примерно 2 тыс. лет назад, однако применять ее для выдержки вина стали лишь в XII в. Из богатого разнообразия дубовых пород для этого дела лучше всего подходят лишь несколько: Quercus sessilis и Quercus robur — основные европейские варианты, Quercus alba растет в основном в Северной Америке.

Самой качественной для винных бочек считается древесина французского дуба, да не любого, а выросшего в определенной местности — как правило, в центральной Франции. Из региональных разновидностей на слуху лимузенский дуб, а среди самых знаменитых лесных массивов выделяется Тронсе. Вторым по ценности считается американский дуб, встречаются на рынке также португальский и немецкий, прибалтийский из Литвы и карпатский с Украины, даже с юга России — адыгейский. Австрийские и венгерские виноделы тоже охотно экспериментируют со своим родным дубом. Справедливости ради следует отметить, что винные бочки делают не только из дуба: в некоторых винодельческих странах можно встретить бочкотару из акации, каштана, вишни, орешника.



В зависимости от характеристик конкретного леса, типа почвы и природно-климатических обстоятельств плотность древесины может быть разной, и это напрямую связано с дальнейшим влиянием бочки на вино. Мелковолокнистость ценится больше, но и для крупного волокна находится подходящее применение.

Производство правильной бочки — долгое и хлопотное дело. Сначала дубовые стволы распиливают на длинные поленья — под высоту будущих бочек, а затем уже их разделывают на плашки нужной ширины и толщины. При этом вдоль эти поленья нужно именно расколоть, а не распилить — чтобы не повредить древесные волокна, иначе бочки потом будут протекать. Затем подготовленные деревянные плашки, уложенные штабелями, должны в течение нескольких лет естественным образом сохнуть под открытым небом, как ни странно это звучит, т.е. под солнцем, дождем и снегом. В идеале все должно происходить в том же лесу, где древесина выросла. Это долгий процесс, но ускорять его нежелательно: только так можно получить качественные заготовки нужной влажности для бочарной клепки — дощечек, из которых впоследствии соберут бочку. Конечно, можно резко понизить уровень влажности искусственным образом, подсушивая деревянные плашки в печах или на открытом огне, но серьезные производители качественных бочек так никогда не делают.

Подготовленную клепку распаривают, изгибают и плотно подгоняют, скрепляя металлическими обручами. Деревенские бондари и сегодня все делают вручную, на крупных предприятиях для этого есть специальные

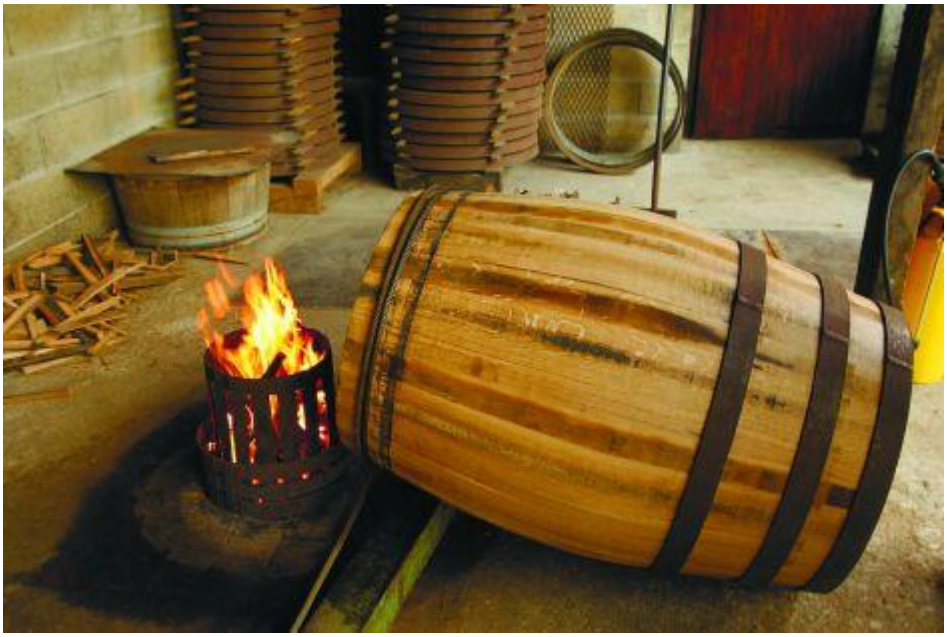
станки, но собрать бочку по-прежнему можно только руками. Толщина клепки — от 21 до 28 мм, для стенки одной бочки нужно около 30 обработанных дощечек, да еще на днище десятка полтора.

Готовую бочку нужно обжечь изнутри. Слабый обжиг затрагивает только внутреннюю поверхность бочки, сильный проникает на несколько миллиметров вглубь древесины. Хорошо обожженная бочка придает потом вину характерный аромат свежей хлебной корочки, карамели, обжаренного миндаля.

Товарному дубу, который годится для бондарного дела, должно быть не менее 100 лет. Из двухсотлетнего дуба средних размеров получается десяток стандартных бочек емкостью 225 л; виноделы всего мира называют их на французский манер — «баррик» (barrique), иногда с уточнением «бордоский». Высота такой бочки — 95 см, диаметр основания — 57 см, а диаметр самой широкой части — 70 см. У классических барриков сливное отверстие диаметром 5 см всегда находится посередине и затыкается пробкой, то есть в рабочем состоянии бочка должна лежать.

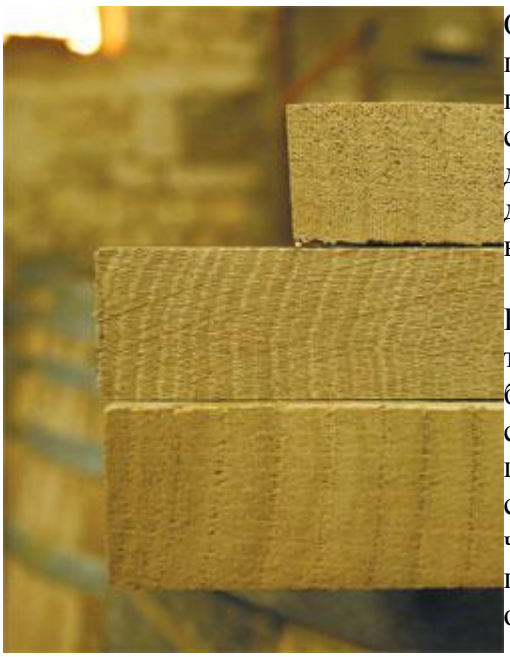
А теперь самое главное: бочка активно взаимодействует с вином, и результат этого процесса зависит от многих важных обстоятельств. Древесина дуба отдает вину в бочке свои фенолы, которые существенно влияют на вкус и аромат конечного продукта. В вине появляются дубильные вещества, те самые терпкие танины, которые так по душе любителям добротных красных вин, дополняющие танины, предоставленные самим виноградом. Бочка формирует так называемый «вторичный букет» вина (в отличие от первичного, который дает виноградное сусло). Это целый комплекс классических ароматов: ванильный, ореховый, карамельный, шоколадный, кофейный, дымный и др.

Еще одно важное обстоятельство: бочка дышит, атмосферный кислород поступает в нее через пористое дерево, благодаря чему окислительные процессы в вине происходят медленно и плавно, что смягчает и облагораживает его. Кстати, обратный процесс тоже важен: содержимое бочки медленно испаряется. Производители коньяка с истинно французской галантностью называют испарившуюся часть своей драгоценной продукции «долей ангелов».



Качественная дубовая бочка из первоклассной французской древесины — дорогое удовольствие в буквальном смысле слова: ее рыночная цена равна 600–700 евро. Проблема в том, что стандартный срок службы винной бочки составляет всего лишь три года или, как говорят сами виноделы, «три налива». За это время дерево успевает отдать вину почти все свои активные вещества. Постепенно на внутренней поверхности бочки появляется налет так называемого «винного камня», который фактически превращает ее в нейтральную емкость, уже не влияющую на развитие содержимого.

Мастерство винодела проявляется, в частности, и в его умении точно подобрать бочки для своей продукции по их происхождению, возрасту, степени обжига. Новенькая хорошо обожженная американская бочка будет агрессивна и напориста, а вот французский баррик третьего года повлияет на вино элегантно и тонко. Многие виноделы опытным путем находят оптимальные и весьма замысловатые пропорции. Скажем, половину вина из определенного сорта винограда конкретного года урожая выдерживают в новых бочках, четверть — в бочках второго налива, еще четверть — третьего; через какое-то время все ассамблируют, то есть смешивают, и дают вину отдохнуть хотя бы несколько месяцев.

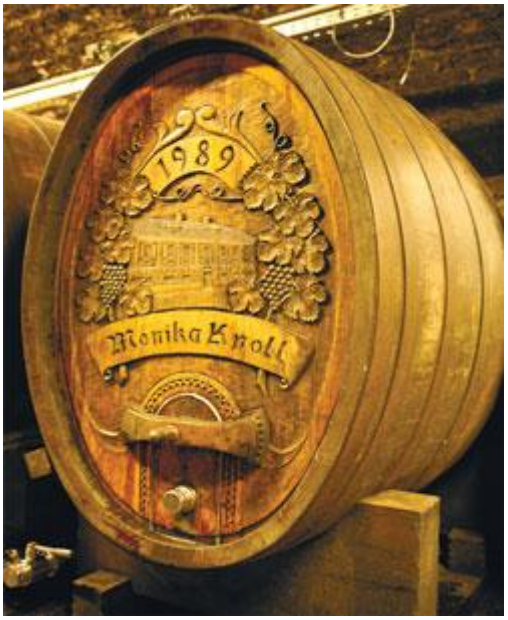


Отдельная песня — бочки для крепкого алкоголя. Некоторые производители шотландского виски специально информируют потребителя об использовании бочек из-под испанского хереса, справедливо полагая, что такая изюминка привлечет внимание знатока. С другой стороны, крупные производители филиппинского рома закупают для выдержки и хранения своего продукта бочки из-под американского виски.

В последнее время в арсенале виноделов появилась оригинальная технологическая новация: в большие резервуары из нержавейки, где бродит виноградное сусло или хранится уже готовое вино, закладывают в специальных сетках или мешочках измельченную древесину дуба — щепу, стружку, крупные опилки. Маленькие кусочки древесины (из-за специальной термической обработки их иногда называют «дубовые чипсы») гораздо интенсивнее отдают свои танины зреющему вину, процесс производства существенно ускоряется, но конечный результат отличается от классической бочковой выдержки.

Впрочем, не так давно даже Евросоюз официально одобрил применение дубовой стружки при производстве качественных вин. Никто и не скрывает, что этот вынужденный шаг — один из маркетинговых инструментов в борьбе за винный рынок: одиозная стружка позволяет снизить себестоимость производства вина и тем самым добавить конкурентоспособности европейским виноделам в их борьбе за потребителя с Австралией, Чили и другими странами так называемого Нового винного света.

Еще одна новомодная тенденция, в значительной мере искусственно созданная, — выдержка в дубе молодого белого вина. Если для многих красных вин несколько лет, проведенные в дубовой бочке, представляют собой обязательный технологический процесс (иначе их просто невозможно пить), то для многих белых даже несколько месяцев в дубе означают существенные перемены в их традиционных вкусах и ароматах, потерю тех самых свежести и фруктовости, которые в них всегда так ценились. Иногда информация о бочковой выдержке вина указывается на бутылочной этикетке или контрэтикетке, что удобно для потребителя — можно сориентироваться, насколько это соответствует его вкусу.



…Случится вам побывать в каком-нибудь винодельческом хозяйстве, поинтересуйтесь насчет тамошних бочек — и искреннее уважение хозяев обеспечено.

ОБ АВТОРЕ

Анатолий Александрович Гендин —кандидат исторических наук, гастрономический журналист, писатель, автор серии гастрономических путеводителей «АТЛАС ГУРМАНА», директор информационного агентства «Локатор»

Книжное обозрение

БУДУЩЕЕ МИРА И РОССИИ

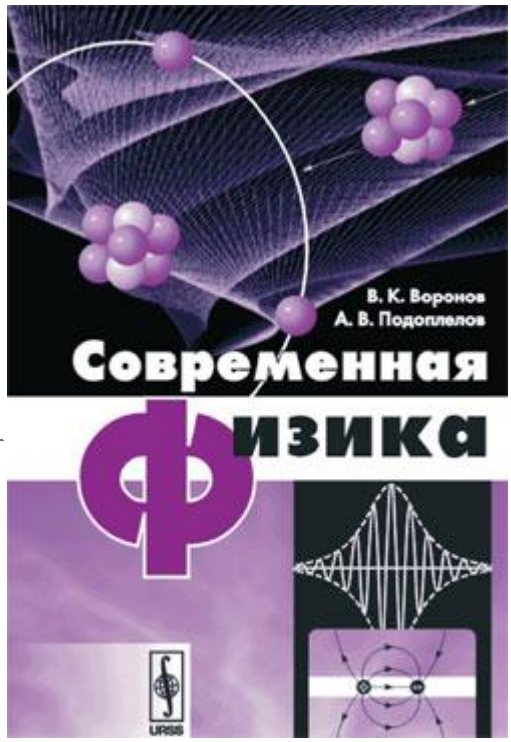
Настоящий сборник объединяет статьи, посвященные будущему мира и России в разных его ипостасях. В числе обсуждаемых тем — изменение мировоззрения, происходящее на рубеже XXI в., демографический и экономический прогноз для мирового сообщества, проблемы устойчивого развития. Большое внимание уделено ключевым проблемам российского развития, смыслам и ценностям российской цивилизации, кризису высокотехнологичного сектора экономики, проблеме алкоголизма, культурной политике, урбанизации, военной экономике.

Среди авторов сборника — российские ученые, занимающиеся междисциплинарными исследованиями, задачами прогноза и проектирования будущего. Ясный стиль изложения и множество иллюстраций делают книгу интересной и доступной всем, кого волнует будущее России.

Малинецкий Г.Г. Синергетика: Будущее мира и России.
Серия «Синергетика: от прошлого к будущему. Будущая Россия». М.: ЛКИ, 2008.

Книжное обозрение

ДОСТИЖЕНИЯ ФИЗИКИ



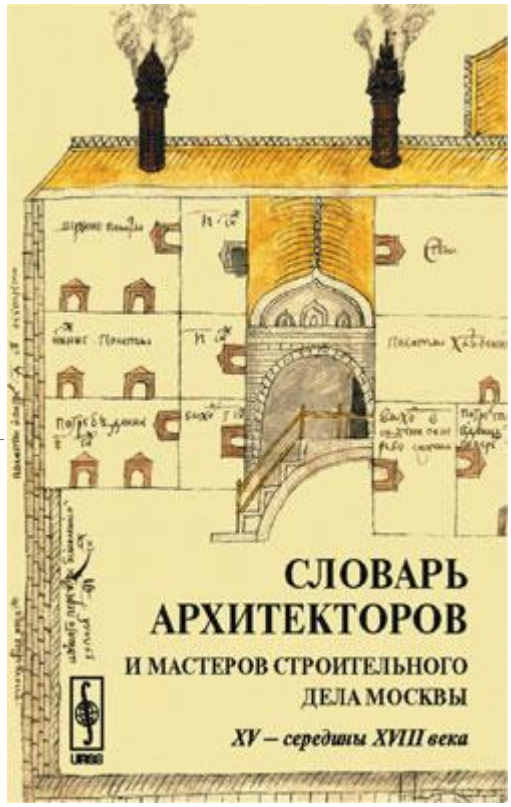
В данном пособии нашли отражение достижения физики за последние 50 лет. Книга написана на основании материала, отобранного, главным образом, из обзорных статей, опубликованных в журнале «Успехи физических наук» и Соросовском образовательном журнале. Список использованной литературы приводится в конце каждой главы. Объем издания рассчитан примерно на 35–40 двухчасовых лекций.

Для студентов высших учебных заведений, аспирантов соответствующих специальностей, а также преподавателей.

Воронов В.К., Подоплелов А.В. Современная физика.
М.: КомКнига, 2005.

февраль 2009 № 2 "В МИРЕ НАУКИ"
Книжное обозрение

ЯЗЫК АРХИТЕКТУРЫ



Словарь включает 1647 статей, посвященных архитектурно-строительной деятельности мастеров, работавших в Москве и ее окрестностях с начала XV до середины XVIII в. Статьи написаны с широким привлечением впервые выявленных архивных материалов.

Для специалистов, историков архитектуры и искусства и широкого круга читателей, интересующихся отечественной культурой.

Бондаренко И.А. Словарь архитекторов и мастеров строительного дела Москвы XV — середины XVIII века.
М.: ЛКИ, 2008.

Форумы, премии, выставки

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ РАН: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ирина Прошкина

В конце прошлого года состоялось Общее собрание Российской академии наук, которое было посвящено вопросам, связанным с научно-технологическим прогнозированием развития. Созданию прогноза предшествовала большая подготовительная работа, которая началась еще до наступления кризиса. Разумеется, сегодняшняя ситуация делает все прогнозы более рискованными, поскольку возрос фактор неопределенности.

С докладом о научно-технологическом обеспечении социально-экономического развития выступил академик А.Д. Некипелов. Он подчеркнул важность активной промышленной политики, нацеленной на технологический прогресс, в том числе с использованием находящихся в распоряжении государства ресурсов. Образ России будущего зависит от выбранного сегодня подхода к социально-экономическому и технологическому развитию страны, подчеркнул академик. О перспективах глобального инновационного развития рассказал в своем докладе академик А.А. Дынкин. Он в частности отметил, что в новых условиях снижающихся цен на нефть инвестиции пойдут прежде всего в hi-tech. Энергетика, экология, климат и здравоохранение предъявляют растущий платежеспособный спрос. Набирают силу конвергентные технологии, которые обозначаются аббревиатурой NBIASI, т.е. нано-, биоинформация и когнитивные науки. Самое актуальное направление со стороны технологического предложения — биоэкономика, приходящая на смену идее информационной экономики. Под биоэкономикой понимается кластер технологических платформ, дружественных по отношению к окружающей среде и человеку. Вполне возможно, что в будущем произойдет некий цивилизационный перелом, связанный с рациональным ограничением потребностей. О возможности ухода от потребительской парадигмы развития общества говорил и академик А.А. Макаров, чей доклад был посвящен прогнозу и проблемам развития энергетики до 2030 г. Он отметил, что динамика энергетики определяется требованиями безопасности и ростом благосостояния общества. Очень важно, чтобы специалисты по науке о Земле, а именно климатологии, определили реальный масштаб угрозы антропогенной эмиссии парниковых газов и при необходимости выработали эффективные меры противодействия.

Объектом и результатом энергетических исследований стал нарастающий поток всевозможных энергетических технологий, создаваемых на базе фундаментальных заделов физики, химии, а теперь и биологии. Из области физики это фотоэлементы третьего поколения с КПД до 40–60%, которые обеспечат широкое использование солнечной энергии; суперконденсаторы высокой емкости и освоение сверхпроводимости обещают революцию в накоплении и передаче электроэнергии — массовую электрификацию транспорта и замену нефтетоплива на альтернативные источники энергии. На основании достижений химии и наук о материалах разрабатывается технология получения жидкого топлива из газа, угля, сланца и особенно биомассы, а также методы и средства прямого преобразования химической энергии в электрическую. США, Евросоюз и Япония намечают переход к сценарию водородной энергетики. Для России с учетом ее климатических и ресурсных особенностей наиболее важны технологии дальнего транспорта энергии, а также распределенная децентрализованная энергетика. Согласно прогнозу Института мировой экономики и международных отношений, приведенному академиком А.А. Дынкиным, к 2020 г. по доле расходов на науку в ВВП Россия выйдет на уровень «старой» Европы (т.е. стран ЕС-15) и будет несколько опережать расширившийся Европейский Союз; в то же время мы будем уступать не только США и Японии, но и Китаю и Индии.

Форумы, премии, выставки

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НЕВЕСОМОСТИ

Павел Мостинский

В Московском музее современного искусства открылась персональная выставка известного художника и скульптора Анхеля Орензанца. Проект «Невесомость» представляет его творчество во всем многообразии: графические работы, цветные пространственные инсталяции, а также видеозаписи перформансов.

Анхель Орензанц родился в Испании, в провинции Арагон. За свою 40-летнюю карьеру он успел попробовать себя в самых разных жанрах — от камерной графики и живописи до монументальной абстрактной скульптуры и концептуального перформанса. Орензанц использует такие материалы, как стекло, керамика, металл, цветной пластик и многие другие. Каждое его произведение документируется в фотографиях и видео.

Творчество Орензанца хорошо известно в Европе и США. Его выставки и перформансы проходили в десятках стран; он многократный участник и дипломант Венецианской биеннале. Творчество художника было представлено и в России. В 2003 г. Орензанц и Михаил Шемякин выступили с совместным перформансом на Дворцовой площади в Петербурге в рамках празднования 300-летия города, а в 2006 г. состоялась персональная выставка Орензанца в Мраморном дворце Русского музея. Московская публика познакомилась с работами Орензанца в 2004 г., когда его выставка проходила в Государственном музее изобразительных искусств имени А. С. Пушкина. Проект «Невесомость» в Московском музее современного искусства предвосхитило выступление хора Йельского университета в августе 2008 г., во время которого демонстрировался документальный фильм о творчестве Анхеля Орензанца.

«Невесомость» — это попытка создать ирреальное пространство сна, в котором между всеми экспонатами и самим выставочным пространством устанавливается визуальная и энергетическая гармония. Цель художника — создать органичное целое из разнородных материалов и элементов, подчеркивая их сочетание и взаимодействие.

Проект «Невесомость» складывается из четырех жанров творчества Анхеля Орензанца и его художественных акций в разных странах мира: это рисунки, видео, перформансы и скульптуры. Рисунки являются отправной точкой в работе художника. В экспозицию включены четыре больших работы из нью-йоркской серии начала 1990-х гг. и еще четыре рисунка, сделанные в Регенсбурге (Германия) в 2000 г. На выставке были продемонстрированы три видео, фиксирующие перформансы Орензанца: «Окончательный счет», «Поэтика скорости» и «Течение реки». Третья часть экспозиции представлена цветными скульптурами — продолжением серии, разработанной в Палермо (Сицилия) совместно с куратором, профессором Акилле Бонито Оливой. У Анхеля Орензанца особое отношение к символическим датам, которые он непременно отражает в своих произведениях. Узнав, что в России празднуют Старый новый год, он решил к 13 января привезти в Москву «елку» — инсталляцию, специально созданную для Московского музея современного искусства.

К выставке выпущен красочный каталог, в который войдут тексты Александра Боровского, известного специалиста по творчеству Орензанца, куратора и директора отдела современного искусства Государственного Русского музея. Другие авторы каталога — Александр Левицки, профессор Университета города Браун (Провиденс, Род-Айленд), и Дерек Бентли, нью-йоркский арт-критик, который прослеживает присутствие Анхеля Орензанца на российской арт-сцене с 1980 г. до сегодняшнего дня.

Выставка продлится до 8 февраля.

Спросите экспертов

ЧТО ТАКОЕ TOUCH-ДНК-МЕТОД?

Отвечают криминалисты, муж и жена Макс и Люси Хаук (Max and Lucy Houck)

Touch-ДНК-метод (to touch в переводе с англ. — «прикасаться, трогать») назван так потому, что с его помощью анализируют ДНК минимальных количеств клеток кожи, оставшихся на месте преступления: на оружии, теле жертвы, ветке дерева, мебели и любых других предметах.

Метод анализа микроскопических количеств генетического материала относительно нов: он появился около пяти лет назад и привлек внимание общественности летом 2007 г. в связи с возобновлением расследования громкого дела о жестоком убийстве в 1966 г. Жон-Бене Рамзей (JonBenet Ramsey). Криминалисты надеялись, что с его помощью будут сняты подозрения в причастности к делу членов семьи погибшей. Обвинитель в этом процессе, прокурор округа Боулдер (штат Колорадо) Мэри Лэйси (Mary Lacy), освоила метод на курсах, организованных Университетом криминалистики Западной Виргинии летом 2007 г. Их руководителем является один из нас (Макс).

В 1980-х гг. для анализа ДНК жертвы или подозреваемого криминалистам необходимо было иметь пятно крови или семенной жидкости размером с 25-центовую монету; в 1990-х гг. эта величина уменьшилась до десятицентовика, а потом криминалисты научились обходиться тем количеством материала, которое можно было различить невооруженным глазом.

Для touch-ДНК-метода не нужны кровь и другие физиологические жидкости — достаточно семи-восьми клеток наружного слоя кожи. Само собой разумеется, с появлением такого метода неизмеримо возросло число объектов, которые могли стать «свидетелями преступления» — источниками ДНК.

Суть метода такова. Криминалисты собирают клетки кожи с подозрительных предметов, найденных на месте преступления (или с веток деревьев, травы, стен дома и т.д.), и проводят так называемую полимеразную цепную реакцию (ПЦР), в ходе которой многократно копируются 13 специфических сегментов ДНК в разных ее областях. Затем в реакционную смесь добавляют флуоресцентно помеченные цепочки ДНК, степень связывания которых с копиями сегментов определяется взаимной комплементарностью тех и других. В результате получается высокоспецифичный ДНК-профиль человека, чьи клетки были обнаружены. Весь процесс занимает несколько дней.

13 позиций в молекуле ДНК были тщательно отобраны исходя из степени их вариабельности в человеческой популяции. Вероятность того, что у разных людей ДНК-профили, полученные описанным способом, окажутся одинаковыми, ничтожно мала.
Приемы поиска клеток-свидетелей зависят от обстоятельств. Так или иначе, эксперты должны определить, какие объекты на месте преступления достойны внимания, собрать материал с них специальной щеточкой или тонким лезвием и передать в криминалистическую лабораторию. Далеко не всегда этот трудоемкий процесс с массой «свидетельских показаний» дает результат. Но в таких случаях, как дело об убийстве Рамзей, не дающее покоя властям вот уже 10 лет, только он дает надежду на получение информации, которая поможет найти убийцу — или по крайней мере отвести подозрение от невиновных.

Спросите экспертов

ОТЧЕГО У НАС ТЯЖЕЛЕЮТ ВЕКИ, КОГДА МЫ УСТАЕМ?

Объясняет Марк Эндрюс (Mark A.W. Andrews), профессор психологии из Колледжа остеопатической медицины на оз. Эри

Тяжесть в окологлазных мышцах имеет ту же природу, что и усталость других мышц нашего тела. Особенно быстро устают мышцы, приводящие в движение глазные яблоки и брови, поскольку они работают почти все то время, пока мы бодрствуем. В течение дня веки становятся все более «тяжелыми» — точно так же, как руки или ноги.

Ощущение тяжести может быть проявлением общей усталости организма, связанной с недосыпанием, перенапряжением от долгой работы на компьютере и т.д. У одних людей такое ощущение возникает раньше, у других позже. Это зависит, в частности, от массы кожи век и наличия «мешков» под глазами. Определенную роль играет также склонность к аллергии или инфекционным заболеваниям пазух лицевой части. Веки опухают также при длительном пребывании на солнце, что может сказаться на остроте зрения.

Ощущение тяжести обычно не свидетельствует о наличии какой-либо патологии, но некоторые заболевания действительно сопровождаются опущением верхнего века (птозом). При инсульте или таком мышечном заболевании, как миотоническая дистрофия, происходит повреждение мимических мышц или соответствующих нервов и возникает птоз. К такому же эффекту могут приводить операции на лице или инъекции ботокса.

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

№ 2 / 2009

ГЕОПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЗОНТИК ДЛЯ ЗЕМЛИ
Роберт Кунциг

НЕЙРОНАУКА
КАК ПОДКЛЮЧИТЬСЯ К МОЗГУ
Гэри Стикс

ФИЗИКА
ДЛИННАЯ РУКА ВТОРОГО ЗАКОНА
Мигель Руби

ИННОВАЦИИ
НЕВЕРОЯТНО КОМПАКТНЫЙ ЯМР-СКАНЕР
Бернхард Блюмих

УМЕЛЫЕ РУКИ-КРЮКИ
Сэм Бойкин

СПЕЦИАЛЬНЫЙ РЕПОРТАЖ
СПИД: 25 ЛЕТ СПУСТЯ
ВАКЦИНА ПРОТИВ СПИДА: СТОИТ ЛИ ПРОДОЛЖАТЬ ПОИСКИ?
Дэвид Уоткинс

ИЗЛЕЧИМ ЛИ СПИД?
Марио Стивенсон

НАНОТЕХНОЛОГИИ
НАНОТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ: УСПЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
По материалам беседы с Всеволодом Ткачуком

РАЗДЕЛЫ:

ОТ РЕДАКЦИИ
надежда остаётся

50, 100, 150 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД
СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

ПРОФИЛЬ
ВЗГЛЯД ХРИСТИАНИНА НА ЭВОЛЮЦИЮ
Салли Лерман

МНЕНИЕ
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В РОССИИ И МИРЕ
По материалам беседы с Алексеем Сабановым

ИНТЕРВЬЮ
ЭРА ПЕРСОНАЛЬНОЙ ГЕНЕТИКИ
Олег Сеньков

ЗНАНИЕ - СИЛА
ПИЩА И ЗРЕЛИЩЕ
Марк Фишетти

ЛАБОРАТОРИЯ ВКУСА
ДУБОВЫЕ СТРАДАНИЯ: ЗАЧЕМ ВИНОДЕЛУ БОЧКА
Анатолий Гендин

ОБЗОРЫ:

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

ФОРУМЫ, ПРЕМИИ, ВЫСТАВКИ

СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ
Что такое -TOUCH-ДНК-метод?
Отвечают криминалисты, муж и жена Макс и Люси Хаук (Max and Lucy Houck)
Отчего у нас тяжелеют веки,когда мы устаём?
Объясняет Марк Эндрюс (Mark A.W. Andrews), профессор психологии из Колледжа остеопатической медицины на оз. Эри